Thesis. Amsterdam.

1883.

L Zwaardemaker...

LANE

MEDICAL LIBRARY

Gift of
Mr. William Wreden

LANE MEDICAL LIBRARY
STANFORD UNIVERSITY
300 PASTEUR DRIVE
PALO ALTO, CALIF.

OVER

ISCHAEMIE VAN DEN HARTWAND

Academisch Proefschrift

DOOR

H. ZWAARDEMAKER Cz.

AMSTERDAM
DE ROEVER KRÖBER-BAKELS
1883

OVER

ISCHAEMIE VAN DEN HARTWAND

OVER

ISCHAEMIE VAN DEN HARTWAND

ACADEMISCH PROEFSCHRIFT

TER VERKRIJGING VAN DEN GRAAD VAN

Doctor in de Geneeskunde

AAN DE UNIVERSITEIT VAN AMSTERDAM

OP GEZAG VAN DEN RECTOR MAGNIFICUS

Dr. A. PIERSON

Hoogleeraar in de Faculteit der Letteren

OP VRIJDAG DEN 21sten DECEMBER 1883 DES NAMIDDAGS TE $3^1/_2$ URE

voor de Faculteit te verdedigen

DOOR

HENDRIK ZWAARDEMAKER Cz

geboren te Haarlem

Arts en Officier van Gezondheid der 2e Klasse

AMSTERDAM

DE ROEVER KRÖBER-BAKELS

AAN MIJNE OUDERS

INHOUD.

			Pag.
Inleiding			1.
Hoofdstuk	I.	(Historisch overzicht).	10.
»	II.	(Anatomische gegevens)	33.
»	III.	(Eerste proefreeks)	54.
»	IV.	(Tweede proefreeks)	85.
»	V.	(Derde proefreeks),	98.
»	VI.	(Algemeene gevolgtrekkingen)	107.
Bijlagen			126.

INLEIDING.

Pogingen om alleen door observatie opheldering te verkrijgen omtrent het mechanisme van het sterven stellen zeer te leur; men kan hoogstens analyseeren hetgeen men ziet, maar begrijpen in den zin van opklimmen tot de oorzaken der verschijnselen, daartoe geraakt men door louter passief toeschouwen niet. Men is genoodzaakt het experiment op dieren te hulp te nemen.

Die methode is in dit geval volkomen gerechtvaardigd, daar het niet iets geldt, dat den mensch in het bijzonder toekomt. Dood is een verschijnsel, dat zich bij de hoogere dieren, zoowel aan het organisme als geheel, als aan elk zijner samenstellende deelen, te eeniger tijd met noodzakelijkheid vertoont.

Het afbakenen van het terrein van onderzoek en het stellen der vragen zal echter van voorafgaande, eenvoudige waarneming moeten uitgaan. Ook eene experimenteele studie, als de onze, zal zich moeten grondvesten op het breede materiaal, dat de klassieke beschrijvers van den dood hebben verzameld.

Xavier Bichat gaf in 1800, anderhalf jaar voor zijnen te vroegen dood, »Recherches physiologiques sur la vie et la mort" in het licht.

Naast eene meesterlijke beschrijving van wat Bichat den natuurlijken dood noemt, den dood door marasmus senilis, vindt men in dit geschrift beschouwingen over de verschillende vormen van accidenteelen dood. Immers het sterven

geschiedt niet zoo, dat als met één slag alle levensverschijnselen worden opgeheven, maar het eene phaenomen vroeger, het ander later, verflauwen en verdwijnen zij. Volgorde en tijdsverloop zijn daarbij ver van toevallig en evenmin in alle gevallen gelijk. De dood, en wel meer bepaaldelijk de plotselinge dood *) heeft volgens Bichat drieërlei uitgangspunt; hij onderscheidt dien ten gevolge drie atria mortis: hart, longen, hersenen. Staakt het hart het eerst van alle organen zijne werking, in dat geval zijn het de hersenen, die het snelst dit voorbeeld volgen; de stem, de bewegingen der handen worden onmogelijk, het bewustzijn verdwijnt. Nog eenige minuten en ook het verlengde merg sterft af; eenige krampachtige expiraties, en de ademhaling staat stil. Zijn daarentegen de hersenen het punt van uitgang, dan worden vooreerst alle functiën, die direct van haar afhankelijk waren voor goed opgeheven. Het afstervingsproces schrijdt hierna voort op de medulla oblongata: de ademhaling staat volkomen stil; eene zeer acute stikking volgt, sneller en vollediger dan bij eenige andere wijze van sterven. En eerst nadat de respiratieorganen tot rust zijn gekomen verflauwt het hart zijne pulsaties, worden deze trager en minder talrijk, verdwijnen eindelijk geheel.

Is noch het hart, noch het centraal zenuwstelsel het primum moriens, maar zijn het, gelijk in de overgroote meerderheid der gevallen, de organen der ademhaling, die het sein geven tot den algemeenen dood. ook dan is de polsslag het laatste gewichtige teeken van het leven: de suffocatie verwekt den toestand van asphyxie.

De weinige woorden, waarmee wij hier getracht hebben de drie soorten van plotselingen dood vluchtig aan te duiden, geven slechts zeer onvolledig de oorspronkelijke beschrij-

---

*) Bichat beperkte zich tot deze, want omtrent den dood na langdurige ziekten heet het: il faudroit pour bien en analyser les causes, une expérience médicale encore étrangère à mon âge, et que donne seule l'habitude d'avoir vu beaucoup de malades.

ving terug; strekken zij echter ter orienteering en vervolgen wij de verschijnselen, die het gestorven lichaam nog mocht aanbieden. Want moge het geheel al te niet zijn gegaan, elk bijzonder deel strijdt nog zijne bijzondere agone, nog uren na het sterven gaat in het lijk eene stille, verborgene stofwisseling voort.

Cel voor cel sterft het lichaam af, want de weefsels worden niet meer gevoed, zij missen de voor hunne stofwisseling noodzakelijke zuurstof, schadelijke producten hoopen zich op. En bezwijkt dien ten gevolge de cel nog niet door uitputting of vergiftiging met eigen afval, dan toch doet ten slotte afkoeling het protoplasma verstijven, deels doordat eigen stofwisseling ontoereikend is ter verwarming, deels doordat de regeling der warmteverdeeling over het lichaam met het ophouden der circulatie en den dood van het zenuwstelsel verviel.

Ook bij het afsterven der weefsels heerschen vaste wetten voor volgorde en tijdsverloop. Ongetwijfeld zijn het de gangliëncellen der hersenen, die het eerst aan den specialen dood onderworpen zijn. Na eenige secunden toch reeds vertoonen zij eene zure reactie, het lijkverschijnsel der dierlijke cel. Zeer spoedig daarop volgt het bloed, begint het althans af te sterven. Zijne kleurlooze elementen ademen nog een tijd lang, totdat alle zuurstof aan de roode bloedlichaampjes onttrokken is, dan stolt het bloed, een teeken, zij het ook een inconstant teeken, van den dood van dit vloeibare weefsel. De zenuwen en de sympathische gangliën, die door het lichaam verspreid zijn, rekken haar steeds verflauwend leven veel langer; nog langer de spieren, wier rigor mortis eerst na uren intreedt. Omtrent het tijdstip en de wijze van afsterven der overige weefsels bezit men slechts luttele gegevens. Het oogenblik, waarop b. v. lever- en nierweefsel ophoudt te leven is nog niet nauwkeurig bekend. Ook in die organen vertoont zich een rigor mortis: eenige uren na den dood vindt men hen steeds verstijfd, veel vaster, dan zij zich bij vivisectie voordoen of men bij betasting op den levende zou hebben ondersteld.

Daarnaast neemt men dan in deze organen eene hoogst geringe troebeling waar, die vermoedelijk eveneens afhankelijk is van de stolling van het protoplasma *).

Het teniet gaan van het dierlijk organisme, de overgang van een levend wezen tot niet-levende stof, is dus wel verre van een enkelvoudig verschijnsel een zeer samengesteld en langdurig proces. Geen wonder, wanneer men een oogenblik in weifeling verkeert op welk punt van de boven beschrevene lange reeks van opeenvolgende toestanden men de scheiding zal plaatsen tusschen leven en dood. Men zou kunnen meenen, en werkelijk vindt die opvatting hare verdedigers, dat er eerst dan van waren, algemeenen dood, sprake kan zijn, indien alle stofwisseling in het organisme heeft opgehouden. Hoe merkwaardig die toestand, waarin alle weefsel-elementen zijn afgestorven, ook zij, en hoe wenschelijk het misschien ware om hem met eenen afzonderlijken naam te bestempelen, aan het begrip dat door het woord dood in zijnen antieken zin wordt aangeduid, beantwoordt hij niet. Dood, zooals het spraakgebruik dien opvat, heeft reeds lang te voren plaats.

De vraag, die wij boven stelden, die naar het oogenblik van sterven in de reeks van agonale tijdperken, eischt dus vooraf eene omschrijving van het begrip.

Het individu is uit een morphologisch oogpunt opgebouwd uit een groot aantal weefsel-elementen, die in kunstige groepeering zijn samengevoegd tot een, als vormverschijnsel, ondeelbaar geheel, dat wij plantaardig of dierlijk lichaam noemen. Zoo ook moet in een physiologisch opzicht het individu

*) Hieraan zou nog kunnen worden toegevoegd, hoe binnen betrekkelijk korten tijd in het lijk sommige epitheliumcellen, inzonderheid het cylinder-epithelium van den tractus intestinalis, eigenaardige veranderingen ondergaan, waardoor zij gemakkelijker van haar onderlaag loslaten. Wellicht speelt daarbij ook de rotting, die in de nabijheid van den darminhoud steeds zeer levendig is, een grooten rol. Een afstervingsverschijnsel is ook de moleculaire verandering in de beenderen, waardoor deze een grootere cohaesie schijnen te verkrijgen, moeielijker te breken zijn.

beschouwd worden als een complex van onnoemelijk vele bijzondere verrichtingen, elk in eene cel of haar aequivalent gelocaliseerd *). Die functiën werken naar het beginsel van arbeidsverdeeling samen en vormen eene physiologische eenheid, die zich als iets individueels, als iets ondeelbaars, aan ons voordoet. Juist door deze coördinatie zijn zij zoo van elkander afhankelijk, dat geen enkele functie kan worden weggenomen zonder het geheel te storen. Die stoornis is nu eens belangrijk, dan weer onbeduidend, soms blijvend, soms voorbijgaande, naar gelang de aard is der functie, die wegviel uit den kring. Welnu, wanneer is de stoornis groot genoeg om niet meer van eene wijziging, maar van eene vernietiging van het leven van het organisme, te spreken?

Het physiologisch individu is een complex van zeer wisselenden inhoud en omvang. Men kan beurtelings functiën wegnemen, zonder dat het individu, al worden zijne eigenschappen gewijzigd, daarom zijne individualiteit verliest. De oorzaak hiervan is dit, dat het kenmerkende van het geheel niet gelegen is in de samenstellende deelen, maar in de wijze waarop zij vereenigd zijn. Men zou het in dit opzicht met een kogelstapel kunnen vergelijken, waarvan het essentieele evenmin in den aard en het aantal kogels is vervat, maar in de typische onderlinge rangschikking, waardoor het ineenstorten van den stapel wordt belet.

Nu is het duidelijk, dat, indien men een groot aantal functiën uit het netwerk van verrichtingen wegneemt, men daarmee het geheel van de mogelijkheid berooft eigenschappen te bezitten, waarvoor een grooter getal functiën een volstrekt vereischte is. Zonder dingen, die gegroepeerd zullen worden, kan geene eigenaardige wijze van verbinding tot stand komen. Maar om aan te geven hoevele functiën onge-

---

*) Verg. X. Bichat, Anat. génér. ed. Béclard. T. I, p. 48. P. Bert, Phys. comp. de la Respiration. 1870, p. 30. Huxley, The connection of the Biological Sciences with Medicine. Congress London 1881, Transactions I, p. 98.

straft geëlimineerd kunnen worden, daartoe zou men het kleinste aantal moeten kennen, wier verbinding nog leven van een samengesteld organisme zou mogen heeten. Dit voert ons echter tot een der raadselen van de sphinx, die men wel doet te ontwijken.

Gelijk wij boven opmerkten, houden in het stervend organisme de verrichtingen niet gelijktijdig, maar achtereenvolgens op. Geschiedde dit nu volkomen gelijkmatig, had de voortgang van het afstervingsproces steeds met dezelfde snelheid, dezelfde heftigheid plaats, dan zouden wij nimmer het eigenlijk oogenblik van het sterven kunnen bepalen. Dit vloeit onmiddelijk voort uit de opvatting, die wij ons van het proces hebben gevormd. Er is echter een tijdstip in het verloop van den doodstrijd, waarin plotseling zeer vele, met name de animale functiën, aan het organisme ontvallen. Dit is het oogenblik, waarin door het ophouden van verrichtingen, die den band tusschen bijkans alle onderhouden, de wisselwerking van vele teloor moet gaan. Terwijl er even te voren nog samenwerkende elementen genoeg voorhanden waren, om het bestaan van een geheel mogelijk te maken, is eensklaps dit aantal ontoereikend geworden en is er van een individu geen sprake meer. Wel openbaren zich nog vele functies, maar elk voor zich, onsamenhangend, zonder die coördinatie, die hare gezamenlijke som stempelt tot een ondeelbaar geheel — het leven van het individu. Dit tijdstip kan men in engeren zin het oogenblik van het sterven heeten, deze plotselinge wijziging in den toestand van het stervend organisme beantwoordt aan hetgeen volgens het taalgebruik »dood" wordt genoemd. Zoekt men eene korte formule om deze gebeurtenis te kenmerken, dan kan men, geloof ik, geene juistere kiezen dan deze :

Dood is de vernietiging van mensch of dier als physiologisch geheel (individu) *).

*) E. Haeckel, Generelle Morphologie der Organismen. 1866. IIIes Buch,

Uit een thanatologisch gezichtspunt zijn dus die verrichtingen het gewichtigst, welke de onderlinge betrekkingen der elementaire functiën verzorgen, hare coördinatie mogelijk maken. Zulke kennen wij er twee:

1°. den bloedsomloop, of wil men algemeener, den kringloop van een vocht, dat bepaalde chemische en physische, in het bijzonder calorische uitwisselingen mogelijk maakt;

2°. de functiën der zenuwcentra, hetzij dan automatische impulsen of reflexen. Hieronder zijn eenvoudige reflexen, wier centra door het geheele lichaam zijn verspreid; en samengestelde, die tusschen de zintuigen en het mechanisme voor stem en locomotie of tusschen de inwendige organen onderling eene vitale verbinding vormen.

Beider werking is in het organisme van zoo overwegend belang, dat, zoo zij vervallen, de overblijvende functies onmiddellijk tot een ongeordenden hoop worden, waarin men te vergeefs zoekt naar iets individuëels. Het staken van circulatie en reflex is dus niet, als dat der ademhaling of digestie, eene onmiddelijke doodsoorzaak, maar het sterven zelf. Het vormt het keerpunt, dat wij straks hebben gezocht.

De geheele leer van den dood lost zich dus op in het beantwoorden van twee vragen:

1°. Welke zijn de mogelijke onmiddelijke doodsoorzaken?

2°. Hoe verwekken die oorzaken den dood, d. w. z. hoe hebben zij opheffing van circulatie en reflex ten gevolge?

Wij stelden ons voorloopig ten doel de laatste vraag aan een onderzoek te onderwerpen, met het oog op den dood door suffocatie, de doodsoorzaak, die verreweg het menigvuldigst voorkomt. Niet alleen dat de meeste doodelijke ziekten per asphyxiam ter dood voeren, maar hieraan sluiten zich

---

omschreef als physiologisch individu (τὸ βιόν) het begrip, dat in de definitie met physiologisch geheel bedoeld werd. Volgens genoemde schrijver is een physiologisch individu een morphologisch individu, dat korter of langer een zelfstandig bestaan voert en op zijn minst tot „Selbsterhaltung" in staat moet zijn.

nog een geheele reeks gevallen van geweldadigen dood door krijgswapenen of zelfmoord, waarin dezelfde noodlottige eigenschappen van het bloed, als die, welke het door stikking verkrijgt, de vernietiging van het leven ten gevolge hebben *).

Nu is het reeds eene oude waarneming, dat suffocatie hare doodende werking uitoefent door verlamming van het hart †). Juist daaraan ontleende de toestand immers zijnen bestgekozen naam; zijn meest constant en opvallenst verschijnsel is de afwezigheid van den polsslag, de asphyxie.

Over het mechanisme, waardoor de stikking dit effect te weeg brengt, is, vooral in vroegere jaren veel te berde gebracht §). Lang heeft de opvatting gegolden, dat de hyperveneusiteit van het bloed direct verlammend zou werken op de spier en gangliën van het hart, omdat de aanwezigheid van arteriëel bloed in de voedingsvaten voor dit orgaan eene noodzakelijke voorwaarde tot het vervullen zijner functies werd geacht **). Mijn hooggeschatte leermeester Prof. C. H. Kuhn vestigde reeds in de laatste jaren, toen hij mij toestond zijn bijzondere leerling te zijn, herhaaldelijk mijne aandacht op het onvoldoende der motieven, waarop deze meening is gegrond. Sedert rees het probleem, waarom het hart, wanneer de uitwisseling van gassen tusschen bloed en atmospheer wordt belet, toch zoo vroegtijdig stilstaat, mij

---

*) Zelfs de verbloeding kan tot dit kader worden gebracht. Arteriecele bloeding toch gaat nimmer zoo ver, dat daardoor het geheele vaatstelsel ledig zou kunnen loopen. Bovendien worden door de krampen, die in de meeste gevallen optreden, zulk een hooge mate van hyperveneusiteit van het bloed verwekt, dat de verbloedingsdood volkomen den dood door aphyxie gelijk wordt. Volgens P. Bert maken dan ook juist die krampen het onmogelijk een verbloed dier door stelping van de bloeding en kunstmatige ademhaling in het leven te houden; zoolang nog geene krampen zijn opgetreden is redding mogelijk.

†) Virchow. Ges. Abh., p. 303.

§) Verg. o. a. J. Th. Kay. Phys. Path. and Treatment of Asphyxie. Londen 1834, p. 158.

**) Wintrich in Virch. Handb. d. Path. en Ther. V 1, p. 203 d. Holl. vert. — Virchow. Ges. Abh., p. 310.

bijkans bij elke autopsie voor den geest. Voor een paar jaar verscheen van de hand van Cohnheim en een zijner leerlingen een onderzoek, waarin eene eenigszins gewijzigde opvatting werd voorbereid. Niet het gemis aan zuurstof als voorwaarde voor de werkzaamheid van spier- en zenuwelementen, maar de giftigheid van de stofwisselingsproducten der spier werd daarin op den voorgrond gesteld. Toen dan ook mijne detacheering alhier mij dit het vorige jaar mogelijk maakte, haastte ik mij tot eigen onderzoek.

Ik trachtte niet het geheele lichaam, maar uitsluitend het hart van zijne bloedzuurstof te berooven, terwijl zijne stofwisselingsproducten er in opgehoopt bleven. De eenvoudigste weg daartoe is de afbinding der arteriae coronariae, door wier tusschenkomst uitsluitend, de wand van het hart slagaderlijk bloed ontvangt. Die proeven vormen het onderwerp van dit geschrift. Zij voerden tot geheel andere uitkomsten dan het onderzoek te Leipzig deed vermoeden.

Ik ondervond bij mijne experimenten krachtigen steun in mijnen Promotor, gewaardeerde hulp bij mijne vrienden. In de kritiek, in het waardeeren van den uitslag der proeven, in de redeneeringen, die er zich aan vastknoopten, weefden zich de gedachten van mijnen beminden leermeester, zooals die trouwens ook op mijn volgend leven haren diepen stempel zullen drukken.

HOOFDSTUK I.

»Sed etiam ligatis arteriis coronariis, aut incisis, ut sanguinis commeatus a corde avertatur, motus huius principis musculi nihil decedit quidquam." Zoo beantwoordde Haller *) eens kernachtig de twistvraag, die men met eenen paradoxalen term die der ischaemia cordis zou kunnen noemen. Sedert is men op deze uitspraak teruggekomen. uiteenloopende meeningen hebben zich achtereenvolgens doen gelden, en nog is het geding niet beslecht. In nieuwere tijden heeft deze controversia in hoogere mate de aandacht getrokken. En te Parijs, èn te Leipzig heeft men haar nog onlangs aan een onderzoek onderworpen en is daar tot eene andere slotsom gekomen, dan oudtijds Haller en enkele latere schrijvers. Waarop dit verschil berust bleef echter duister. Wellicht, dat wij in de volgende hoofdstukken er in zullen slagen om dit punt eenigermate op te helderen. In dit hoofdstuk wenschen wij de historische gegevens bijeen te verzamelen.

Het is slechts ter loops, dat wij hier iets aanteekenen omtrent de oudere geschiedenis onzer strijdvraag. De eerste, die haar langs experimenteelen weg trachtte te beantwoorden, was P. Chirac, Professor te Montpellier in het laatst der 17e eeuw †). Hij experimenteerde op honden en nam waar

*) A. v. Haller, Elem. Physiol. Lib. IV, Sect. V, § 19.

†) Tot mijn spijt was mij zijne oorspronkelijke mededeeling niet toegankelijk en ken ik haar slechts uit Haller, Elem. phys. T. I, p. 503.

hoe na afbinding van beide Arteriae Coronariae het hart desniettemin doorklopte, soms zelfs nog 70 min. lang. Reeds terstond schijnen zijne proeven twijfel verwekt te hebben. Ten minste Haller acht het noodig haar te verdedigen *), voor er de stelling op te bouwen, die wij aan de spits van dit hoofdstuk plaatsten. Wat er in dit tijdperk verder van onze strijdvraag werd is mij onbekend. Trouwens het zou ook ter nauwernood de moeite loonen hieromtrent nasporingen te verrichten, want Haller en zijne tijdgenooten interesseerden zich in de quaestie, afgescheiden van het op zich zelf belangrijke, ook van een alleenstaand feit, om geheel andere redenen, dan waarom zij ons belang inboezemt. Men zag in den diastolischen bloedstoevoer naar de Aa. coronariae eene der onmiddelijke oorzaken van de hartsbeweging. Enkele samentrekkingen en ontspanningen na de afbinding waren ter beslissing voldoende. Voor ons is de bloedstroom in de wanden van het hart eene middelijke oorzaak, eene voorwaarde, wier meerderen of minderen invloed wij wenschen te beoordeelen. Eene geheel andere en langer voortgezette observatie wordt daartoe vereischt.

Welnu, met dit oogmerk werd, naar ik meen, de vraag het eerst op het tapijt gebracht door John Erichsen. In de London Med. Gaz, verscheen Juli 1842 een artikel, dat zonder veel omhaal van woorden eene reeks merkwaardige proeven bekend maakte †). Zij waren 7 in aantal; 2 geschiedden op honden, 5 op jonge konijntjes, 8 à 10 weken oud. Omtrent deze proeven zij mij eene korte uitweiding vergund, daar de meeste schrijvers over ons onderwerp haar niet gekend

---

Ed. Bousquet Lausannae 1757 en eene aanhaling bij B. Roussy, Recherch. cliniques et expérimentales sur la pathogénie de l'angor pectoris. Thèse Paris 1881, p, 44.

*) Difficile videtur Ill. viro, mihi quidem non impossibile. Met dezen Ill. vir schijnt Sénac te zijn bedoeld.

†) Ten minste naar de Duitsche vertaling te oordeelen, die mij alleen onder oogen kwam. Froriep's Neue Notizen. Bd. 24. N°. 520 Nov. 1842.

schijnen te hebben en er juist door die onbekendheid aanleiding is gegeven tot misverstand. — De techniek is vernuftig gekozen. Het dier wordt eerst door beginnende stikking bewusteloos gemaakt — stellig het eenvoudigste anaestheticum! Daarna wordt de asphyxie verder afgebroken en het dier in het leven behouden door kunstmatige ademhaling. Het hart blijft, indien er verder niets geschiedt, onder die omstandigheden nog $1^1/_2$ uur doorkloppen. Zonder tijd te verliezen wordt de thorax zoo snel mogelijk geopend, beide Aa. coronariae met een naaldje omstoken, een draad om de vaten heen gevoerd en toegesnoerd. Dit alles is binnen 6 minuten verricht.

Voorloopig blijft het hart na de sluiting zijner voedingsvaten rustig doorkloppen; eerst langzamerhand verflauwen de contracties en dan nog hoofdzakelijk die der kamers. Eindelijk staan de laatste stil, terwijl de boezems nog blijven pulseeren. Eenige oogenblikken te voren vertoonde de wand der kamers eigenaardige peristaltische bewegingen.

In een der proeven op eenen hond had deze stilstand reeds na 3 min. plaats, in de overige gevallen respectievelijk na 21, 24, 22, 21 en 31 minuten. E. construeert uit deze getallen het gemiddelde $23^1/_2$ min., een bewijs, dat hij bovengenoemd experiment, waar het hart zoo vroeg stilstond, niet medetelt en het als mislukt wil beschouwd zien.

De conclusie ligt voor de hand; in plaats van anderhalf uur klopt het hart slechts $23^1/_2$ min. door; afsluiting van den coronairbloedsomloop doet derhalve de bewegingen van het hart vooreerst niet ophouden, maar oefent toch eene nadeelige werking uit, waardoor de stilstand, bij geopenden thorax en kunstmatige ademhaling, wordt vervroegd. Erichsen bericht ter loops nog omtrent twee andere proeven, die echter elk slechts éénmaal waren verricht. Hij leidt daaruit af, dat de aanwezigheid van niet stroomend bloed in de hartspier, op zich zelf, zonder dat het telkens wordt ververscht en in de longen van koolzuur wordt bevrijd,

als eene gewichtige voorwaarde voor het voortduren der contractiën moet worden beschouwd. Ik zal den lezer niet vermoeien met de beschrijving dezer experimenten: Nullum unquam experimentum, administratio nulla, semel debet institui *). Voor wij echter het onderzoek van Erichsen vaarwel zeggen, wil ik hier nog een enkel proefdetail vermelden. Erichsen telde namelijk van tijd tot tijd de hartcontractiën. Meet men nu de resultaten dier tellingen op een coördinaten-systeem af en construeert eene curve dan blijkt het hoe de eerste helft der curve steil, maar regelmatig afdaalt, hoe het volgende kwart op een niveau van 25 à 50 puls. per min. langzaam omlaag gaat en hoe dan ten slotte, wat het 4de kwart aangaat, eene snellere vermindering van het aantal slagen plaats heeft tot op het oogenblik van totalen stilstand, ongeveer 20 à 30 min. na de onderbinding. Wij zien dus, dat in de proeven van Erichsen na de toesnoering der Aa. coronariae de frequentie der hartslagen gestadig en geleidelijk daalt, eerst sneller, dan langzamer en eindelijk weer sneller; en dat met eene groote gelijkvormigheid in alle proeven.

Acht jaren na Erichsen kwam Schiff †) er toe om bij zijne studiën over den modus der hartbeweging deze proeven te herhalen. In het geheel deed hij 5 experimenten; een er van werd door aanzienlijke bloeding uit de steekwond gecompliceerd. Ook hier werden de dieren gevoel- en bewegingloos gemaakt, en wel door hun vooraf van hersenen te berooven. Het drietal, dat op konijnen werd genomen, waaronder die met bloeding, gaf stilstand van het hart, terstond of een paar minuten na onderbinding van beide Aa. coronariae. Daarmee streden echter weer de proeven op jonge honden, waar het hart zelfs zonder kunstmatige ademhaling nog 12 en 17 minuten na onderbinding bleef doorkloppen. In de

*) Haller, Praefatio ad Elementa physiologiae.

†) M. Schiff. Der Modus der Herzbewegung. Arch. f. Phys. Heilkunde Bd. 9, p. 38. 1850.

proeven op konijnen stonden tegelijk met de ventrikels ook de boezems stil. De peristaltische bewegingen in den spierwand, die aan den stilstand voorafgaan, waren zwak en langzaam, zoowel wat boezems als kamers aangaat. Zooals men ziet, brengen de proeven van Schiff eerder onzekerheid dan bevestiging van de experimenten van Erichsen. Zelfs onderling stemmen zij niet overeen. Veeleer geven zij den indruk, dat de stilstand door andere oorzaken, dan die Schiff bedoelde, is tot stand gekomen, dat het m. a. w geen zuivere proeven zijn geweest. Wij zullen later zien, hoe complicaties in deze moeielijk zijn te vermijden.

Na Schiff werden de proeven van Erichsen in jaren niet herhaald. Wel hield men zich met hare resultaten bezig. Deze werden echter door de overlevering verminkt, verdraaid en zoo gewijzigd, dat men er ten laatste de oorspronkelijke toedracht der zaak niet meer uit herkent *). In de pathologie scheen het als een axioma vast te staan, dat het pulseerende hart geen zuurstof zou kunnen ontbeeren. Virchow grondde er zijne theorie op, omtrent den dood door hartparalyse bij verschillende soorten van asphyxie †). Wel laat deze autor de mogelijkheid open, dat de hartspier en de zenuwelementen van het hart met zeer weinig zuurstof zouden kunnen blijven functioneeren, maar het volkomen gemis daarvan wordt niet eens ter sprake gebracht.

Zoo had zich dan langzamerhand de leer verbreid, dat afbreken van den bloedstroom in de hartspier oogenblikkelijken stilstand van het hart ten gevolge zou hebben, en dat niettegenstaande men daarvoor uit experimenten of waarne-

*) Als een bewijs hoever het misverstand hier ging zij vermeld, dat v. Bezold in 1867 in een stuk over dit onderwerp, mededelde, dat Erichsen „eine sehr schnelle Abschwächung und ein sehr frühes Aufhören der Herzbewegungen beobachtet hatte."

†) Virchow. Ges. Abhandl. p. 303 etc. (In het eerst toen, 1856, uitgekomen gedeelte van de Weitere Unters. über die Verstopfung der Lungenarterie und ihre Folgen),

mingen geene goede bewijzen kon aanvoeren, ja terwijl integendeel juist de tot dusverre verrichtte proeven eerder tegen dan voor schenen te pleiten. Men kan zich iets dergelijks moeielijk anders verklaren dan doordat de aandacht der onderzoekers elders gevestigd was en de technische bezwaren aan de experimenten verbonden, misschien te groot waren om ze, zonder opzettelijke voorbereiding, en passant, te herhalen.

Hoe het zij, eene leer, die men later zal zien, dat eene dwaalleer is geweest, gelukte het zelfs de grootste physiologen voor zich te winnen. Niemand minder dan Brown-Séquard *) bouwde er eene theorie op. Daarin werd namelijk de klassieke Vagusproef van de Gebroeders Weber uit een geheel nieuw gezichtspunt beschouwd. Brown-Séquard had opgemerkt, hoe bij doorsnijding van de Nn. vagi, gelijktijdig met de versnelling van het tempo van den hartslag, eene verwijding van de Aa. coronariae cordis plaats heeft en bij prikkeling van de Nn. vagi, gelijktijdig met de vertraging, eene vernauwing der Aa. coronariae cordis. In die coïncidentie zag hij een causaalverband, noemde de vagi de vasomotorische zenuwen van de coronairvaten, en vond in de verwijding of vernauwing dier kleine arteriën de naaste oorzaak voor de versnelling of verlangzaming der pulsaties bij doorsnijden of prikkelen van de Nn. vagi. Kritiek bleef niet uit. Panum bevestigde in 1857 †) wel is waar de observatie van Brown-Séquard: ook hij zag verwijding van de Aa. coronariae cordis na vagi-doorsnijding en vernauwing na prikkeling; maar merkte tevens op, dat de vernauwing haar hoogsten graad eerst bereikte, eenige secunden nadat het hart reeds tot volslagen stilstand was gekomen. Hij

---

*) Brown-Séquard, Gaz. méd. Paris 1854, p. 135. Reeds vroeger soortgelijke mededeeling in Exp. researches applied to Phys. and Path. New-York 1853, bij Panum geciteerd.

†) Panum, Experimentelle Bidrag. N°. 9. Bibliothek for Laeger. 4°. R. B. X. p. 197. 1857.

stelde verder in het licht, dat voor het geval de theorie van Brown-Séquard waarheid bevatte, a fortiori afbinding der Aa. coronariae cordis onmiddelijken stilstand van het hart tengevolge zou moeten hebben. Panum's eerste werk was dus de oude proeven daaromtrent, bij Haller vermeld, te herhalen; die van Erichsen waren hem onbekend gebleven. Hij schijnt echter toevalligerwijs zeer ongelukkig te zijn geweest; na eenige mislukkingen *) gaf hij zijne pogingen op en zocht naar eene andere methode, die naar hetzelfde doel kon voeren. Gelukkig, want daardoor werd de wetenschap met een nieuw feit verrijkt. Door een toeval, eene injectie post mortem, ter wille van de studie der anatomische verhoudingen verricht, kwam Panum op de gedachte om durante vita de Aa. coronariae met een stollende massa te vullen en zoo den bloedstoevoer naar de hartspier voor goed af te snijden. Ik deel hier dit sierlijke experiment in extenso mede, den oorspronkelijken text op de gewichtigste plaatsen letterlijk vertalend.

Bij een kleinen jongen hond werden beide vagi doorgesneden en onder kunstmatige ademhaling thorax en pericardium geopend. Van uit den Truncus anonymus werd nu onder afklemming van den Arcus aortae eene bij 40° stollende massa in de richting van het hart ingespoten. Deze massa bestond uit een mengsel van talk, was, olie en zwartsel (Kjönrög). Terwijl de valvulae semilunares aortae zich sloten, drong de zwarte massa duidelijk in de Aa. coronariae en werd er bij opheffing van den injectiedruk niet uit verdreven. Gedurende de inspuiting versnelde het tempo der hartcontracties. Na de inspuiting bleven alle onderdeelen van

*) „Ik erken intusschen, dat ik het experiment op het pulseerende hart zoo moeielijk heb gevonden, dat het mij tot nu toe niet is gelukt. Bij kleinere dieren opent men zeer licht de holten van het hart, bij de poging om de ligatuurdraden om de coronair-arteries te voeren, en bij groote honden vond ik deze arteries zoo in vet verscholen, dat daardoor een groot bezwaar ontstond." o. c. p. 115.

het hart doorkloppen, zij het ook met zekere onregelmatigheden in hunnen onderlingen rhythmus. Spoedig deden zich nog andere afwijkingen gelden; de linker boezem stond na 6 min. stil en de linker kamer vertoonde aanmerkelijk zwakkere samentrekkingen dan de rechter ventrikel. Daarbij bleef het echter, zoodat »nadat een uur was verloopen de hartsbewegingen weer geheel regelmatig waren geworden; het hart sloeg 13 maal in de minuut en wel zóo, dat de ventrikel-contractie, terstond, zonder pauze volgt op de samentrekking van het atrium en dat daarop een gewone diastolische pauze volgde." Eerst na 75 min. hield de linker kamer op te kloppen, na 90 min. ook de rechter; maar de rechter boezem bleef nog voortpulseeren, zelfs nog $7^1/_2$ uur na de injectie. Om het hart gedurende dien tijd zooveel mogelijk tegen uitdroogen te beschutten, werd het naast eene groote vochtige spons onder een glasklok geplaatst. Na afloop van de proef bleken bij onderzoek »de linker kamer en boezem bloed te bevatten en slechts eenige kleine vetkogels, maar geen zwarte injectiemassa. De rechter boezem, de rechter kamer en de longarterie bevatten evenmin zwarte injectiemassa, maar een groote hoeveelheid oliedroppels. De aorta was van af de plaats, waar zij gecomprimeerd was geweest, met zwarte vetmassa gevuld; de aortaklepvliezen waren door haar gesloten en de coronair-arteries waren, zooals gezegd, geheel door dezelve opgevuld". Bovendien waren de venae nog »met een helder vocht gevuld, dat olie bleek te zijn". De spierwand was dus geheel van bloed beroofd en desniettegenstaande staakte het hart zijne contracties niet, eene schitterende bevestiging van wat de oudere schrijvers, en onder de nieuweren Erichsen had beweerd! Later publiceerde Panum deze proef nog eens, nu in de Duitsche taal, in aansluiting aan zijne onderzoekingen over Embolie in Virchow's Archiv 1862 *). Hij voegde er toen nog het

*) Panum, Exp. Beiträge zur Lehre von der Embolie. Virchow's Arch. Bd. 25, p. 308 sqq. 1862.

verslag van 2 andere experimenten aan toe, waarin hij de injectie herhaalde en bovendien nog de Nn. vagi prikkelde. Zelfs nog $^1/_2$ uur na de injectie gelukte het door vagusprikkeling het hart tot voorbijgaanden stilstand te brengen. Reeds in 1857 had hij getracht het laatste te verwezenlijken, iets wat hem toen slechts ten deele was gelukt door overdrevene complicatie van de proeven, waarvan hij later terugkwam. Het voor onze quaestie beslissende experiment, dat wij boven beschreven, heeft van sommige zijden aan aanvallen blootgestaan, die m. i. ten eenemale onverdiend zijn. Zoo wijt Goltz *) het resultaat, dat bereikt werd, aan het terugblijven van nog eenig bloed in de capillaria, in welke de stollende massa niet binnengedrongen zou zijn. Panum zegt echter uitdrukkelijk †) dat de coronairvenae met olie gevuld waren, iets wat niet het geval had kunnen zijn, indien ook de capillaria niet grootendeels waren geïnjicieerd. Maar afgescheiden van deze vergissing heeft het argument ook op zich zelf al zeer weinig waarde, want men kan toch, van het standpunt van Goltz althans, niet aannemen, dat het terugblijven van eene minime hoeveelheid, *niet stroomend* bloed in de hartspier langer dan een paar minuten in de behoeften van het zich krachtig contraheerende hart zou kunnen voorzien. Eveneens op losse schroeven steunt de kritiek, die Cohnheim en von Schulthess-Rechberg nog onlangs op de proef van Panum hebben uitgeoefend. Genoemde schrijvers onderstellen, dat de Aa. coronariae in het boven beschreven geval niet gevuld zouden zijn gebleven, dat zij eenvoudig zwart gekleurd zouden zijn geweest door wat zwartsel, dat aan haar wand bleef hangen. Uit den vorm, waarin hunne opmerking is gegoten, blijkt duidelijk,

---

*) Goltz, Ueber die Ursachen der Herzthätigkeit. Virchow's Arch. Bd. 23, p. 489. Berlin 1862.

†) Ved at see nöiere til fandtes Coronarvenerne ved Siden af dem (scil. arterierne) at vaere fyldte med et klart Fluidum, som viste sig at vaere olie. O. c. p. 120.

dat beide autores het proefverslag van Panum niet goed voor den geest stond. Ook hunne objectie berust dus op een misverstand. Het eenige echter, dat ook bij aandachtige lezing bevreemdt, is het vroegtijdig ophouden van de pulsatiën der linker boezem. Dat die der linker kamer slechts zwak waren, kan ons niet verwonderen, omdat zij moesten geschieden, zonder dat de inhoud eenen uitweg kon vinden, hetgeen zich dan ook door eene buitengewone uitzetting van de kamer openbaarde. Maar het kan zeer wel zijn, dat de vroege stilstand van het atrium sinistrum aan dezelfde oorzaak moet worden toegeschreven. Voor het tot stand komen van contractiën schijnt namelijk eene zekere mate van druk tegen de binnenvlakte van het hart eene onmisbare voorwaarde te zijn; die drukking mag niet te hoog en niet te laag zijn. In de proef van Panum nu is er alle waarschijnlijkheid, dat er in het atrium sinistrum eene buitengewone vermeerdering van dien druk heeft plaats gehad, die de oorzaak kan geworden zijn van den vroegtijdigen stilstand.

Zoo was dan onze strijdvraag, 15 jaren nadat men haar in deze eeuw het eerst experimenteel had trachten op te lossen, in dien geest beslist, dat de hartspier, als alle andere spieren, nog voorloopig hare functie niet staakt, wanneer de bloedstroom daarheen wordt afgesneden. Hoe dit te rijmen is met den rol, die gemeenlijk aan de gangliën bij het tot stand komen der hartcontractiën wordt toegeschreven, kon toen vooral moeielijk worden toegelicht. Van daar dan ook ongetwijfeld het wantrouwen, dat van alle zijden ten opzichte van de proef van Panum, evenals vroeger ten opzichte van de proeven van Erichsen werd gekoesterd.

De eerste, die na Panum de quaestie te berde bracht, was Albert von Bezold in 1867 *). Merkwaardig is het, dat wederom eene polemiek over vermeende vaatzenuwen

---

* A. von Bezold. Von den Veränderungen des Herzschlages nach Ver-

der Aa. coronariae de aanleiding tot het onderzoek was; nu gold het echter niet, als bij Panum, den vagus, maar den Sympathicus, dien bij prikkeling een verwijdende invloed op de Aa. coronariae werd toegeschreven. Die quaestie, door v. Bezold in ontkennenden zin beantwoord, blijve evenwel onaangeroerd en willen wij ons uitsluitend bepalen tot v. Bezold's resultaten, voor zoover zij op ons onderwerp betrekking hebben. Von Bezold experimenteerde op konijnen en koos voor zijn onderzoek, noch de methode van Panum, noch die van Erichsen *), maar trachtte langs eenvoudiger weg zijn doel te bereiken. Het gelukte hem slechts wat de techniek aangaat. De taak van den operateur werd zonder twijfel zeer vergemakkelijkt; maar de stoornis, die in het organisme werd teweeggebracht, was niet minder groot, ja zelfs in een enkel opzicht, — toevallig voor de geheele proef beslissend — vermeerderd. Instede van met een' eenvoudiger proef, hebben wij dus met een meer samengestelde te doen. Von Bezold omstak niet zooals Erichsen met een fijn naaldje de Aa. coronariae en snoerde haar dan dicht, doch nam, veel plomper en ruwer, een schuifpincet en klemde daarmee tegelijk met een stukje aortawand den oorsprong van de A. coronaria sinistra. De bloedstroom naar den spierwand der linker hartkamer werd door deze handelwijze ontegenzeggelijk afgesneden, maar tegelijker tijd kwetsten de branches van het pincet een vrij aanzienlijk gedeelte van de spier en bovendien de zenuwen, die de Aa. coronariae in haar verloop vergezellen; en eindelijk vernauwde de inklemming van een gedeelte aortawand stellig in meerdere of mindere mate het aortalumen. Dat deze bijomstandigheden niet uit

---

schliessung der Coronararterien. Unters. a. d. phys. Lab. in Würzburg IV, p. 256. Leipzig 1867, 2es Heft.

*) v. Bezold kende de proeven van Erichsen alleen uit eene vermelding bij Virchow (die ik echter niet terug vond) en had geheel verkeerde voorstellingen omtrent die experimenten, zie boven, p. 14 (noot).

het oog mogen verloren worden, zal iedereen toegeven. De moeielijkheid echter is haren bijzonderen invloed af te meten en te onderscheiden van het gezamenlijk resultaat. Dit totaalresultaat bestond in een na $^1/_2$ à $2^1/_2$ minuut optredende staking der kamercontracties; het steunt op 6 proeven. Respectievelijk had het ophouden der regelmatige contractiën, die dan vervangen worden door woelbewegingen, na $^1/_2$ min., 2 min, $^3/_4$ min., $^3/_4$ min., 1 min., $2^1/_2$ min. plaats. Er werden nog een 14-tal andere proeven genomen, maar daarbij drukte men onmiddelijk na de coronaria-klemming ook nog de Aorta ascendens dicht; daardoor werd dan de stilstand zeer vervroegd, die b. v. reeds na 15 sec. volgde. De bloedsdruk scheen naast de bloedstemperatuur van het dier dan ook een grooteren invloed op het tijdsverloop tusschen coronaria-klemming en kamerstilstand uit te oefenen, dan de meerdere of mindere volledigheid van het afsnijden van den bloedstroom Von Bezold merkte op, dat in gevallen, waar de afsluiting van het coronaria-stelsel minder volledig was, het ophouden der contractiën soms zeer vroeg plaats had; op dit gegeven, dat wij in onze proeven bevestigd vonden, geeft de auteur echter verder geen acht. Meer gewicht kent hij toe aan het langer of korter geopend zijn van den thorax van het proefdier. Heeft de opening reeds eenigen tijd vroeger plaats gehad dan de coronaria-afklemming, is het blootliggende hart dus reeds vrij aanzienlijk afgekoeld, dan verloopt er meer tijd tusschen coronaria-afklemming en kamerstilstand, dan wanneer men in den beginne snel heeft geopereerd *). Het spoedigst houden de contractiën na coronaria-afklemming op, zoo men tevens den ventrikel belet zich te ontledigen, door de Aorta ascendens dicht te drukken. Von Bezold noemt dit eene verhooging van den bloeddruk; zonder twijfel zeer juist, indien men

*) Iets wat geheel strookt met de observatiën van Panum omtrent den duur der postmortale contractiën van het zoogdierhart bij verschillende temperaturen, Dahlerup's Bibliothek for Laeger 4e Recks, 10e Deel, p. 62.

er het praedicaat excessief aan toevoegt. Of het echter geoorloofd is uit de effecten dezer overmatige stijging van de drukking in de linker hartkamer eenen algemeenen regel af te leiden voor de inwerking van de veranderingen van den bloedsdruk op den hartslag, valt wel eenigermate te betwijfelen en het ware m. i. daarom juister niet aan de verhooging van den bloedsdruk, maar aan de maximale hindernis, die aan de systole ventriculi sinistri plotseling wordt gesteld, den vervroegden stilstand toe te schrijven.

De schrijver knoopt aan zijne proeven eene reeks zeer plausibele redeneeringen vast, waardoor hij tot de slotsom komt, dat in vergelijking met de hersenen, het hart al zeer lang den bloedstoevoer kan ontbeeren zonder dat zijne functie belangrijke veranderingen ondergaat. Von Bezold acht een tijdsverloop van $2^1/_2$ min., reeds zeer lang. De gevallen waarin na 15 à 30 seconden stilstand intreedt schrijft hij toe aan de complicceerende plotselinge verhooging van den intraventriculairen bloedsdruk, die eene enorme vagusprikkeling te weeg zou brengen. Ter verklaring van het noodlottig gevolg *) dier tetanische vagus-prikkeling wordt dan bovendien nog eene vermeerderde prikkelbaarheid van het inhibitie-centrum ondersteld, die op haar beurt haren grond zou vinden in de bloedeloosheid van den hartwand. Wanneer men het onderzoek van von Bezold, dat in de Duitsche literatuur uitbundig geprezen wordt, in zijn geheel beoordeelt, dan komt men tot het besluit, dat de methode gebrekkiger is dan die zijner voorgangers en de uitkomsten zoo onzuiver zijn, dat zij voor ons doel niet zijn te gebruiken. De schrandere onderzoeker heeft dit vermoedelijk zelf zeer goed ingezien en trekt uit zijne proeven dan ook een geheel andere conclusie dan waartoe de lezer zou geraken,

*) Niet constant, maar nu en dan, onder onbekende voorwaarden, kan langdurige vagus-prikkeling de oorzaak worden van blijvenden hartstilstand, Panum o. c. p. 100,

indien hij met een onbepaald vertrouwen op de methode van proefneming de korte verslagen ging naslaan. Von Bezold immers waagt het niet, om de resultaten van Panum in twijfel te trekken, noch om de bronnen van zijne verschillen met dezen schrijver op te sporen; maar stelt zich tevreden zijne periode van $2^1/_2$ min. gedurende welke het hart na de afklemming der A. coron. magna doorklopt, »ziemlich grosz" te noemen. Hij plaats dit tijdsverloop van $2^1/_2$ min. eenvoudig, zonder verdere beschouwingen, naast dat van bijna $1^1/_2$ uur, gedurende welken tijd Panum de beide ventrikels zag voortkloppen en acht beide niet met elkaar in strijd: wel een bewijs voor de waarde, die von Bezold zelf toekende aan eene methode, die hier en daar in Duitschland klassiek wordt genoemd!

Sedert deze »ebenso sorgfältig durchgeführte, als eingehend dargestellte Untersuchung" *) van von Bezold sluimerde onze quaestie eene reeks van jaren. Eerst in 1880 hervatte Dr. Samuëlson te Königsberg in het Laboratorium van Prof. Grünhagen de oude experimenten †). Het was naar aanleiding van een ziektegeval. Een lijder aan angina pectoris bezweek na eenen plotselingen collaps, hetgeen men bij de obductio cadaveris meende te kunnen toelichten door eene endarteritis chronica der Aa. coronariae, waardoor deze belangrijk waren vernauwd. Om voor deze opvatting meerderen steun te erlangen herhaalde Dr. Samuëlson de proeven van von Bezold, diens methode daarbij letterlijk volgend. Hij deed 5 experimenten, alle op konijnen. Steeds was het de A. coronaria sin., die werd afgeklemd. Soms duurde de klemming 7 min. zonder stilstand te verwekken (proef 2, tweede klemming), een andermaal was reeds 1 min. daartoe voldoende (proef 1, eerste klemming) en in een

*) Cohnheim en v. Schulthefs-Rechberg, Virch. Arch. Bd. 85, p. 505.

†) B. Samuëlson, Ueber den Einflusz der Kranzarterien-verschliessung auf die Herzthätigkeit. Vorl. Mitth. Cbl. d. med. W. 1880, p. 209. Ztschr. f. Klin. Med. van Frerichs en Leyden, II, p. 12, 1881.

derde geval stond het hart terstond stil, en dat wel blijvend, zonder dat het zich na verwijdering van het pincet herstelde (proef 4, derde klemming). Zooals men ziet is dit een zeer variabel resultaat. Het wisselende tracht de schrijver wel eenigermate te verklaren door de hypothese dat de harten van uitgeputte dieren minder weerstand bieden, maar hij geraakt daarbij gedeeltelijk in tegenspraak met von Bezold, die juist in de afkoeling van het hart, zooals die bij jonge, zwakke dieren plaats heeft, eene gunstige voorwaarde zag. Ten opzichte van de frequentie van den hartslag na de klemming vindt Samuëlson hetzelfde als zijn voorganger, namelijk soms een verminderen, soms een gelijk blijven van de frequentie; bij Samuëlson is de vermindering evenwel het gewone verschijnsel wat bij von Bezold niet het geval was. In de wijze van tot stand komen der werkstaking van het hart stemmen beide waarnemers overeen; het is steeds de linker ventrikel, die het eerst zich onregelmatig begint samen te trekken, zoowel wat rhythmus als wat vorm der contractiën betreft.

Bovendien echter gelooft Samuëlson aan de reeds bekende gegevens één nieuw te hebben toegevoegd. Kort na elke klemming zag hij de linker boezem belangrijk opzwellen, welke vergrooting na verwijdering van het schuifpincet telkens weer slonk. Hij meent dit verschijnsel te mogen toeschrijven aan het overwicht van de rechter boven de linker kamer. De gebrekkige samentrekkingen van deze laatste doen in haar toevoerend buizenstelsel eene stuwing ontstaan, die door het krachtig voortpulseeren van den ventriculus dexter belangrijk wordt vermeerderd. Herwint na de opheffing der klemming de linker kamer weer haar oud contractievermogen, dan verdwijnt zeer spoedig de stuwing en met haar de uitzetting der linker boezem. Tot het tot stand komen van de hier bedoelde, zeer aanzienlijke zwelling van de linker boezem is een niet te kortstondig voortpulseeren van de rechter kamer na verflauwing van de contractiën der linker een onmisbaar vereischte; men zal het

slechts in die gevallen kunnen verwachten. Werkelijk waren wij nu en dan in de gelegenheid dergelijke verhoudingen aan te treffen.

Samuëlson opende de reeks onderzoekingen, die in de laatste jaren aan dit onderwerp zijn gewijd. Bijna gelijktijdig publiceerde men te Parijs en te Leipzig de eensluidende resultaten van experimenten, geheel onafhankelijk van elkaar genomen. Naar tijdsorde komt van beide rivale natiën aan Frankrijk den voorrang toe. De Off. v. Gez. B. Roussy promoveerde den 3den Maart 1881 te Parijs op een proefschrift over de Pathogénie de l'Angor Pectoris par rétrécissement ou occlusion des artères coronaires du coeur *). Naast klinische beschouwingen over de Angina pectoris vindt men daarin eenige proeven op dieren, die de schrijver met den Heer Bochefontaine in het Klinisch Laboratorium van Prof. G. Sée genomen heeft. Het zijn zeer elegante wijzigingen van de proeven van Erichsen; zij geschiedden op gecurariseerde honden. De experimentatoren van het Hôtel-Dieu wijzigden de oude methode in zoo verre, dat zij de Arteriae niet met een scherp naaldje omsteken, maar met stompe tenacula eenen draad om het gepraepareerde vat voeren. Hoe zij daarin op het bewegelijke operatieveld kunnen slagen, schijnt bij den eersten oogopslag een raadsel; geheel onmogelijk is het evenwel niet. Hoe het zij, het gelukt hun bij 3 dieren op die wijzen de beide Aa. coronariae of ten minste het grootste gedeelte harer hoofdtakken toe te snoeren; na 1 à $1^1/_2$ min. treden de eigenaardige woelbewegingen op, die de voorboden zijn van blijvenden stilstand; zij verschijnen in beide ventrikels gelijktijdig, maar met verschillende levendigheid. Bij twee andere dieren werd slechts één enkele tak *geïsoleerd* en na op het tenaculum gebracht te zijn, door een klempincet gesloten; de eerste maal koos men de A. coron. dextra, $4^1/_2$ ctm. van haar oorsprong, de tweede maal den ramus

*) B. Roussy, Paris, Alphonse Derenne 1881.

circumflexus A. cor. sin. Niettegenstaande de beperktheid van het van bloed beroofd gebied trad en toch respectievelijk na 150 en 103 secunden de omineuse woelbewegingen op. Opheffing van de klemming, zelfs terstond, nog vóor de »trémulations fasciculaires" waren opgemerkt was niet in staat de regelmatige contractiën terug te roepen. Slechts in één dezer proeven had men vooraf de Nn. vagi doorgesneden; in het geval, waarin dit had plaats gehad, was de vaguswerking bovendien nog vollediger buitengesloten door verlamming van de inhibeerende werking dier zenuw door vergiftiging met daturine. Op het verloop der proef bleek dit echter geen invloed hoegenaamd te hebben.

Door dit laatste experiment meent de schrijver de bewering te hebben weerlegd, dat de stilstand door een reflex op den heftigen pijn in het myocardium zou te weeg zijn gebracht. Hij tracht eene andere tegenwerping, n. l. deze, dat kwetsing van fijne zenuwtakjes bij het praepareeren en toesnoeren van het vat de oorzaak zouden kunnen zijn van den plotselingen stilstand, te weerleggen door een paar proeven, die zeer interessant zijn. Met een fijn spuitje wordt in den R. descendens A. cor. sin. en in de A. cor. dextra lauw water ingespoten, waarin lycopodium is gesuspendeerd. De talloze korreltjes dringen in fijne arteriolae en capillaria, verstoppen deze op menig punt, zoodat het betrokken vaatgebied een bleek-rose tint aanneemt. Ook hier zag men na 150 en 80 secunden beide ventrikels plotseling hunne contractie staken. Deze waarnemingen hebben zonder twijfel groote waarde en de methode van proefneming schijnt werkelijk onberispelijk. Eene groote moeielijkheid doet zich echter voor wanneer men ze vergelijkt met de experimenten van Panum; een positief resultaat moet hier uit den aard der zaak hooger gesteld worden dan een negatief en in zooverre legt een proef, waar de hartcontractiën ondanks de bloedeloosheid van de spier blijven voortduren meer gewicht in de schaal, dan een geval waarin zij misschien door een complex van oorzaken tot staan zijn gebracht.

De proeven, die wij zooeven kort beschreven, werden door een der experimentatoren, Bochefontaine, later in ruimeren kring bekend gemaakt *). Hij voegt er nog een experiment op een konijn aan toe. Na omsteking van de A. con. sin. klopte het hart nog ruim 20 min. rustig voort. De schrijver tracht dit opmerkelijk verschil tusschen konijn en hond te verklaren door de lagere plaats die het konijn in de reeks der diersoorten inneemt. Hoe dit zonder meer te verdedigen kan zijn, is mij evenwel onduidelijk.

Eenige maanden na Roussy's dissertatie verscheen er in Virchow's Archiv een artikel van Cohnheim en von Schuthefs-Rechberg, waarin onze vraag aan een opzettelijk onderzoek werd onderworpen. De schrijvers zijn zich volkomen bewust van de tegenspraak, die er bestaat tusschen de proeven van Panum †) en die van von Bezold en Samuëlson. Op grond hunner eigen experimenten komen zij er toe om alleen in de laatstgenoemde, die van von Bezold, te gelooven en meenen de tegenstrijdigheid te kunnen oplossen door de eerste te verkleinen. Naar een oplossing, die beider resultaten vereenigt, wordt niet gestreefd. De methode van proefneming en de resultaten zijn duidelijk uiteengezet, maar hetgeen zeer wordt gemist is eene reeks van getrouwe proefverslagen. Een eigenlijke kritiek kan derhalve op dit onderzoek niet worden uitgeoefend; slechts de opvattingen van de schrijvers, niet de waargenomen feiten dringen tot ons door. Geven wij haar zoo nauwkeurig mogelijk weer. Omtrent de algemeene techniek der proeven deelen de experimentatoren het volgende mee. Bij gecurariseerde honden, die slechts zelden morphine ontvingen, werd onder kunstmatige ademhaling zijdelings van het sternum, rechts of links al naar gelang men op de rechter of linker A.

*) Revue Internat. des Sciences Nat. T. VIII, N°. 10, ref. Biol. Cbl. Bd. I, N°. 24, 1882.

†) Die van Erichsen en van Schiff worden niet vermeld.

coronaria wenschte te opereeren, een venster uit den thorax genomen. Het pericardium parietale werd vervolgens geopend en door kettinghaakjes, waaraan gewichtjes waren opgehangen, uiteengehouden. Zonder verdere kunstgrepen ging men dan over tot het praepareeren van een der Rr. circumflexi A. coronariae, terwijl het hartoor met een schuifpincet op zijde wordt getrokken. De R. descendens daarentegen werd meestal niet gepraepareerd, maar met een gesteelde naald ontstoken. Dit wat de operatie aangaat. Wat de observatie betreft, zij werd ondersteund door registratie van den bloedsdruk in carotis, pulmonalis of de hartsholten zelve. De proefnemers trachtten accidenteele omstandigheden zooveel mogelijk buiten te sluiten; daarom zorgden zij, dat het hart slechts korte oogenblikken bloot lag, dat het het grootste gedeelte van den duur der proef door de naar elkaar toegebrachte huidlappen werd bedekt. Vagosympathici werden in de meeste gevallen niet doorgesneden; centrale reflexen elimineerden zij derhalve dikwijls niet. Gaan wij nu de resultaten na, waartoe de aldus ingerichte proeven leidden. In de eerste 30 à 40 sec. na de toesnoering van een der groote Aa. coronariae merkt men volstrekt geen vermindering in de hartswerking op; daarna worden de pulsatiën eenigzins onregelmatig, om, wanneer er gemiddeld 105 sec. verloopen zijn, plotseling en terwijl het hart nog tamelijk krachtig pulseert, op te houden, wat de kamers betreft, voort te gaan, wat de boezems aangaat. 10 à 20 Sec. na den kamerstilstand vertoonen zich in de ventrikelwanden peristaltische bewegingen, die op den bloedsdruk volstrekt geen invloed uitoefenen, met het oog op de gewone functie van het hart dus volslagen nutteloos zijn. Over verdere bijzonderheden, frequentie der hartpulsatie, bloedsdruk, enz. stappen wij zwijgend heen en vermelden nog alleen, dat door opheffing van de ligatuur de verdwenen contractiën nimmer weer teruggeroepen konden worden, zelfs niet door inductiestroomen, door aanraking van de buitenvlakte of opspuiting der hartsholten. Ja, soms

merkten de experimentatoren op, dat losmaking van de ligatuur in het tijdperk van onregelmatige contractiën, lang vóór peristaltische woelbeweging het sein hadden gegeven van de naderende absolute rust, machteloos bleek om den onfeilbaren ondergang der hartpulsatiën te keeren. Dit middel tot herstel, dat bij von Bezold's konijnen steeds van kracht was, liet hier geheel in den steek, iets dat trouwens volkomen met de ervaringen van Roussy overeenstemt. In hunne eindbeschouwingen over de in het algemeen beschrevene proeven trachtten de autores aan te toonen, dat de optredende hartstilstand uitsluitend afhankelijk is van de sluiting der Aa. coronariae en van toevallige bijomstandigheden. Zoo verandert vagotomie of atropine-vergiftiging niets aan het verloop van de proef. Diastolische kamerstilstand ziet men bij vivisecties nu en dan eene enkele maal spontaan zonder bekende oorzaak optreden; maar dit is dan steeds bij zeer uitgeputte dieren, waarop reeds langen tijd bij geopenden thorax was geëxperimenteerd. Volgens de schrijvers zijn dergelijke verhoudingen hier niet vertegenwoordigd. Na op die wijze pogingen te hebben aangewend om den lezer aan te toonen, dat van accidenten hier geen sprake kan zijn, gaan de autores over tot het betoog, dat zuivere anaemie alleen, niet de oorzaak van de blijvende vernietiging der hartsbeweging kan zijn. Zij slagen hierin volkomen. Door uitsluiting van de meest voor de hand liggende oorzaken ontstaat er evenwel behoefte aan eene andere hypothese, waardoor de opmerkelijke, pernicieuse gevolgen van cororaria-afbinding worden verklaard. Cohnheim en von Schulthess-Rechberg meenen haar gevonden te hebben in de onderstelling, dat de ophooping van een onbekend stofwisselingsproduct in het afgesloten gebied zoo verderfelijk op de hartsgangliën werkt, dat deze daardoor verlamd worden. Ter staving hunner hypothese wijzen zij op het verschil in tijdsverloop tusschen onderbinding en hartstilstand, al naar gelang een grooter of kleiner vaatgebied

onderbonden is. Tot zekere hoogte zou deze tijd evenredig zijn aan den omvang van het afgesloten gebied. Afsnijding van den bloedstoevoer naar een minimaal gedeelte van de hartspier evenwel, blijft volkomen zonder gevolgen, waaruit zou blijken, dat eerst een bepaalde dosis van het stofwisselingsproduct als gift werkt. Pogingen om eenig verband te ontdekken tusschen den boven bedoelden tijd en de kracht der hartcontractiën mislukten en zoo blijft dan de evenredigheid van tijd en omvang van het afgesloten gebied de eenige steun der hypothese. Het 4tal protocollen, dat ter bevestiging dezer evenredigheid wordt aangevoerd, zijn niet zeer geschikt om het geloof van den lezer te versterken. Evenmin de mededeeling van eene proef, waarbij de experimentatoren er in slaagden den sinus venosus in den sulcus atrioventricularis dexter te praepareeren en te onderbinden. Zonder twijfel is dit een kunststuk van operatieve vaardigheid. Het werd in zoo verre met succes bekroond, dat er een zeer aanzienlijke stuwing ontstond in het geheele coronairstelsel. De frequentie, rhythmus en qualiteit der hartslagen bleven desniettegenstaande gedurende een half uur onveranderd. Toen onderbond men daarenboven de A. coronaria dextra en zag binnen 12 minuten stilstand intreden. Indien er nu door de stofwisseling van de zich voordurend samentrekkende hartspier producten gevormd worden, die zoo hoogst giftig voor de hartgangliën moeten worden beschouwd, dan is het wonder dat zij hier hunne werking hoegenaamd niet deden gelden. De veneuse bloedsafvoer uit den hartwand moge door enkele, afzonderlijk in de rechterboezem mondende, kleine venae nog eenigermate hebben kunnen geschieden, zij is in elk geval uiterst gering geweest, want het hart nam een blauwzwarte kleur aan; wel een bewijs, dat er eene bijzonder uitgedrukte hyperveneusiteit van het bloed aanwezig was, die door niets anders kon zijn te weeg gebracht dan door de volledigheid der afsluiting. In dit door de Leipziger onderzoekers zelf genomen en beschreven

experiment is derhalve een direct tegenbewijs *) gegeven tegen hunne hypothese. Bedenkt men dan daarnaast, dat in hun geheel artikel geen enkel steekhoudend argument wordt aangetroffen, dat voor zou kunnen pleiten, dan zal deze hypothese moeielijk kunnen worden gehandhaafd.

Aan het slot, na de theoretische bespreking, voegen Cohnteim en von Schulthess-Rechberg nog eenige mededeelingen toe omtrent door hen genomen proeven op konijnen. Meestal klemden zij hier de Aa. coronariae af en verkregen dan dezelfde resultaten als von Bezold, met eenigszins meer wisselende perioden evenwel. Het minder constante van de proeven op konijnen verklaren zij daardoor, dat evenals bij zwakke en uitgeputte honden het vergift in geringere hoeveelheid wordt geproduceerd en dus minder spoedig zijne toxische dosis zal hebben bereikt.

Wij sluiten hier de reeks van proefnemingen, die wij in dit hoofdstuk de revue lieten passeeren, met een kort verslag van eenige sierlijke experimenten, door Newell-Martin en Sedgwick te Boston †) uitgevoerd. Deze experimentatores slaagden er niet alleen in de Aa. corinariae te praepareeren, maar er zelfs eene canule in te bevestigen om gelijktijdig met den Carotis-bloedsdruk, dien in de voedingsvaten van het hart zelf te kunnen bestudeeren. Dit doel daargelaten zijn deze proeven voor ons in hooge mate belangrijk door een kunstgreep, die de Amerikaansche onderzoekers daarbij in het werk stelden en waardoor alleen zij in staat waren de zoo moeielijke operatie van het inbrengen eener canule in den R. descendens A. coron. te volbrengen. Die kunstgreep is eenvoudig het tot rust brengen van het hart door krachtige,

*) De grootere verdunning van het vermeende gift bij veneuse stuwing dan bij absolute anaemie zou hoogstens een wat langer uitblijven, niet het geheel ontbreken van den stilstand ten gevolge kunnen hebben.

†) Newell-Martin a. Sedgwick. Observ. on the mean pressure and the characters of the Pulse-wave in the coronary arteries of the Heart. Forster's Journ. of Phys. Vol. III, N°. 3 Jan. 1882.

contrinue vagusprikkeling. Gedurende deze periode van hartstilstand praepareert men dan zonder door de golvende beweging van het operatieveld te worden gehinderd. Werkelijk eene bijzonder gelukkige gedachte!

Zoo blijft dan uit deze bonte verzameling van experimenten, nadat zij, voor zoover de beschrijvingen dit toelaten, zijn geanalyseerd en getoetst, niets over dan eene wonderlijke tegenstrijdigheid in uitkomsten. Voorloopig onverklaarbaar, zal het de taak zijn der volgende hoofdstukken zoo mogelijk deze verschillen uit den weg te ruimen en de gemeenschappelijke kern aan te wijzen.

HOOFDSTUK II.

Het kwam ons doelmatig voor het experimenteel onderzoek, waarvan wij hier verslag zullen uitbrengen te doen voorafgaan door eene schets van sommige anatomische eigenaardigheden van het zoogdierhart.

Een nauwkeurige kennis van de morphologische eigenschappen van een orgaan is voor de studie der physiologische strikt noodzakelijk en zoo zullen wij haar ook bij de beoordeeling onzer proeven niet kunnen missen.

Onze experimenten hebben ten doel het hart der hoogere werveldieren te bestudeeren onder bepaalde omstandigheden, die van de gewone afwijken. De afwijking bestaat in het ontbreken van circulatie in den wand, overal of plaatselijk. Alle overige omstandigheden wenschen wij zooveel mogelijk onveranderd te laten. Natuurlijk zullen wij in dit laatste voornemen slechts gedeeltelijk slagen. Steeds zullen onze proeven ten gevolge van de groote operatieve ingrijping min of meer gecompliceerd zijn. Door evenwel de mate en den aard der complicatie op doelmatige wijze te doen wisselen, zullen wij tot zekere hoogte in staat moeten zijn het toevallige van het eigenlijk beoogde resultaat te onderscheiden. Uit meerdere reeksen van proeven zullen wij dan ten slotte door abstractie datgene moeten isoleeren, dat wij oorspronkelijk zochten, namelijk de wijze, waarop het hart zich verhoudt, zonder dat er eene circulatie van voedings- en drainagevocht in zijne wanden plaats heeft.

Dit onderzoek moet zich bepalen tot de hoogere werveldieren, niet zoozeer, omdat uit analogie met lagere omtrent onze quaestie niets te leeren zou zijn, maar omdat de eigenaardige bouw van het hart bij die lagere klassen eene onoverkomelijke technische hinderpaal opwerpt. Wel kunnen wij bij de koudbloedigen den wand van het hart zeer gemakkelijk van bloed berooven — een »Salzfrosch" voldoet geheel aan deze voorwaarde —, maar het is volstrekt onmogelijk dien wand ook zijne drainage, den afvoer zijner stofwisselingsproducten te ontnemen, zonder aan de geheele hartfunctie eene uitwendige belemmering te stellen. Daar toch wordt de hartspier niet gevoed door arteriën, die zich op de gewone wijze in het orgaan vertakken, maar geschiedt dit door van de binnenvlakte uit, diep in de spier dringende kloven, een lacunair-systeem, in wijde, opene communicatie met de hartholte. Men zal deze lacunen bezwaarlijk kunnen beletten bij elke samentrekking zich van haren inhoud te ontdoen en bij diastole weer nieuw circulatievocht op te nemen. Op die wijze blijven zij voor de drainage van den hartwand zorgen, hetgeen voor de functioneering van het hart van zeer groot gewicht is.

Zijn wij dus in ons physiologisch onderzoek verplicht de lagere, koudbloedige werveldieren buiten den kring onzer beschouwingen te laten, niet aldus wanneer het onze morphologische studie geldt. Daar zullen wij het diepere inzicht juist aan de vergelijking van hoogere en lagere werveldieren te danken hebben. De wijze, waarop bij de koudbloedigen de hartwand het noodige bloed ontvangt, verschilt principieel van die, welke bij de hoogere dieren wordt aangetroffen; niettegenstaande door beiderlei inrichtingen, zoowel door lacunairsysteem als vaatnet hetzelfde doel wordt beoogd en bereikt. Overgangen van lacunen tot vaten, in dien zin, dat de wand der lacunen plaatselijk, tot vaatwand is geworden, ontmoet men niet in het hart der werveldieren *).

*) Anders verhoudt zich echter de zaak, wanneer men ook andere

Bij de eene klasse voorziet het lacunair-systeem in de behoeften, bij de andere een net van vasa vasorum. Zoo men wil, kan men uit homologie het coronairstelsel aldus noemen. *) Wel ziet men naast de eene inrichting dikwijls sporen van de andere: Een atavisme misschien. Ook bij den mensch en de zoogdieren, waarop wij zullen experimenteeren, ontmoet men rudimenten van een lacunair-systeem. Immers tusschen de trabeculae carneae, die half ingemetselde zuilen aan den wand van kamers en boezems, vindt men talrijke nissen en spleten, waarin het bloed vrij kan binnendringen. Zij herinneren aan de lacunen van het hart van visschen en amphibia; daar zijn zij alleen rijkelijker ontwikkeld, de hartspier is daar eene spons †) gelijk, die bij elke systole zich zelf uitknijpt en bij diastole het bloed weer uit de holte der kamer opzuigt §). In het hart der zoogdieren komen dus rudimenten voor van eene inrichting, die in het hart der lagere werveldieren een volkomene ontwikkeling bezit, die daar geheel in de behoefte van de stofwisseling voorziet. Merkwaardig is het, dat nu omgekeerd bij reptilia, amphibia en

---

organen in de beschouwingen opneemt; dan bestaan er wel degelijk directe overgangen van lacunen in vaten, zoo b. v. in de milt, volgens veler meening. Bij avertebrata is dit verschijnsel zeer algemeen verg. Milne Edwards. Leçons de Phys. comparée t. III. 1858.

*) Evenals de vasa vasorum der groote vaten, ontspringen de Aa. coronariae uit een stroomafwaarts gelegen punt en loopen dan in den wand der bloedholte terug. Henle, Anatomie III.

†) Ranvier. Traité technique d'Histologie.

§) Zeer fraai kan men dit verschijnsel aan het kloppende kikvorschhart waarnemen. Men ziet de zich samentrekkende en ontspannende ventrikel beurtelings verbleeken en eene donkerroode kleur aannemen. Droogt de oppervlakte van het hart daarentegen een weinig uit, begint zij zich te rimpelen, dan worden deze kleurverschillen onduidelijker; de donkerroode kleur tijdens diastole blijft uit en dat niettegenstaande de ventrikelholte zich even goed als te voren met bloed vult. De verklaring hiervan ligt voor de hand, de lacunen, die tot dicht bij de oppervlakte in de uitgedroogde laag dringen, nemen het bloed slechts zeer onvolledig op.

visschen reeds een aanduiding te vinden is van het later op den voorgrond tredend coronairstelsel. Het zijn weinig uitgedrukte vaatjes, die hier uitsluitend als pericardiaalvaten fungeeren. Zoo ziet men b. v. op het vrij groote hart van den rog zich pericardiaalvaten slingeren, wier verloop ongeveer met dat der Aa. coronariae overeenkomt, terwijl toch de spier duidelijk spongieus is gebouwd en geene capillairen tusschen hare vezels herbergt *). Waarom nu bij koudbloedigen de wand van het hart op een andere wijze van bloed wordt voorzien dan bij warmbloedigen, daaromtrent kan men niet veel meer dan vermoedens opperen. Waar een lacunairsysteem het bloed tusschen de spiervezels van een eenigszins dikken hartwand voert, staat het hier tijdens diastole, ten gevolge van de wijde communicatie onder dezelfden druk als in de kamerholte, d. w. z. die druk is zeer laag, ja negatief. Gedurende de systole worden de lacunen uitgeknepen en is hare inhoud dus aan een hoogeren druk blootgesteld dan in de kamerholte heerscht. Een zeer aanzienlijk drukverschil dus, zoodra de stuwende en zuigende kracht van het hart groot is. In veel geringere mate zullen de drukschommelingen van het bloed in de kamer tot de bloedvoerende kanalen tusschen de spiervezels doordringen, indien die buizen haren inhoud ontleenen, niet direct aan het hart, maar aan een elastisch reservoir, dat als windketel fungeert, de aorta. Bovendien zal in dit geval de vasomotorische verwijding en vernauwing van de hoofdstammetjes der Aa. coronariae eene nog volkomenere regulatie mogelijk maken §) Een systeem

---

*) Zoo ook de kleine arterie, die zich bij den kikvorsch op den bulbus vertakt. Het is echter twijfelachtig of zij wel geheel met een coronaria cordis homoloog kan gesteld worden. Verg. Ecker-Wiedersheim, Anatomie des Froschen.

†) Bij de reptilia verschijnt het eerst een ontwikkeld coronair-vaatstelsel, waarlangs hier dan ook de ganglien gerangschikt zijn, in plaats van tegen de binnenvlakte van het hart. Vignal. Arch. d. Phys. 1881 p. 694, etc.

§) Feitelijk zijn de drukschommelingen in de Aa. coronariae, ook bij

van vasa vasorum zal dus voornamelijk daar doelmatig zijn, waar de bloedsdruk in de hartkamers bijzonder hoog is. Dit nu is bij alle Homoeöthermen het geval. Met de levendigere stofwisseling, de snellere en volkomener circulatie verschijnen dus in de reeks der werveldieren de Aa. coronariae cordis als een noodzakelijk vereischte, door de mechanische verhoudingen gesteld. De vraag of het systeem der vasa vasorum bovendien soms beter en volkomener in de voeding van de hartspier voorziet, dan door een lacunair-systeem zou kunnen geschieden, blijft bij deze beschouwing natuurlijk geheel buiten spel.

De Aa. coronariae cordis moeten dus worden opgevat als pericardiaalvaten, die hunne oorspronkelijke bestemming, de voeding van de oppervlakkige bindweefsellagen van het hart hebben overschreden en nu dieper in den hartwand doordringend ook de geheele spierlaag en het endocardium verzorgen. Zij hebben geheel den rol van het vroegere lacunair-systeem overgenomen, want er is geen enkel onderdeel van den hartwand, of het moesten de fijne vliesjes aan de randen der kleppen zijn, waarin capillaria zouden ontbreken. Dit is zeer overtuigend waar te nemen aan injectiepraeparaten; tot onmiddelijk onder het endocardium is de in de Aa. coronariae ingespotene massa doorgedrongen. De spier wordt dus. ook niet voor het kleinste deel, gevoed door het bloed in de kamerholte zelf vervat, overal verspreiden zich de vertakkingen der coronairvaten: dat dit a fortiori het geval is voor het subpericardiaal bindweefsel en de zenuwelementen, die daar gelegen zijn, behoeft geen betoog.

Wanneer men zijne aandacht nader op de Aa. coronariae gaat vestigen, dan wordt men al terstond getroffen door een groote eenvormigheid bij de verschillende zoogdieren. Dit typische in aantal, oorsprong en vertakking verbaast des te

---

tamelijk hoogen gemiddelden bloedsdruk, hier grooter dan in de A. carotis. Dit blijkt uit de metingen van Martin en Sedgwick (Journal of Phys. Jan. 1882).

meer, nu wij deze arteriën moeten doen afstammen van geheel toevallig verspreide Aa. pericardiacae. Vermoedelijk heeft ook deze rangschikking weer hare mechanische oorzaken. Beschouwt men namelijk de ligging der hoofdstammen en hunne vertakkingswijze in verband met de veranderingen van het hart in volumen en de wisselende kromming der oppervlakte, dan ontwaart men, dat de vaten in de sleuven tusschen de 4 pulseerende hartgedeelten gelegen zijn. Men kan zich voorstellen, dat de Aa. pericardiacae, toen zij eene grootere beteekenis en grooteren omvang verkregen, daarheen verschoven zijn, omdat zij hier het minst bij de vormveranderingen van het hart worden gedrukt en verbogen. Ten opzichte van de wisselende drukverhoudingen verkeeren zij er in een toestand van evenwicht. Wel is waar heeft in den sulcus interventricularis eene aanzienlijke verkorting en buiging bij elke systole plaats, maar de verkorting geschiedt in de richting van het vat en de buiging vermeerdert de reeds bestaande kromming, waardoor op zich zelf elke verplaatsing naar rechts of links wordt voorkomen. Ook het constante der vertakkingen kan op die wijze worden toegelicht. De Aa. coronariae, twee in getal, ontspringen bij alle door mij onderzochte zoogdieren, uit den voor-zijwand van de aorta ascendens even boven de sinus Valsalvae. Haar oorsprong ligt ter weerszijden van den Bulbus pulmonalis. Zij loopen dan divergeerend naar voren, om tusschen Bulbus en het hartoor van de gelijknamige zijde de atrioventriculairsleuf te bereiken, die verder hare bedding zal uitmaken. Naar hare richting onderscheidt men de Aa. coronariae als eene »sinistra" en »dextra". De sinistra is dikker en heeft rijker ontwikkelde vertakkingen. Zij wordt met het oog daarop ook wel »magna" genoemd. Beide arteriën vertakken zich in hoofdzaak symmetrisch: beiden zenden takjes naar de boezems af, beiden omstrengelen den bulbus met een fijn stammetje en voorzien de ventrikel-wanden van grootere vaatjes, die veervormig, d. w. z. als veertjes op de spoel, van den hoofdstam afgaan en opper-

vlakkig verloopen. De eerste van deze vedertakken is constant sterker dan de overige en wordt doelmatig met eenen afzonderlijken naam voorzien: Ramus descendens arteriae coronariae sinistrae. Men zou zijn oorsprong uit den hoofdstam ook als eenen tweesprong kunnen opvatten en den hoofdstam zelven dan Ramus circumflexus noemen, iets wat misschien niet geheel onjuist en stellig bondiger is. Dat de R. descendens krachtiger is dan de overige veertakken der A. cor. sin. heb ik boven uit de mechanische verhoudingen trachten af te leiden. Dat de stam, die den sulcus interventicularis ant. aanvult, door de A. cor. sin. en niet door de dextra wordt geleverd, vindt zijn grond eensdeels in de ligging van den bulbus, anderdeels en wel hoofdzakelijk in het overwicht der linker kamer. Orgaandeelen, die morphologisch bijeen behooren, hebben in den regel hun gemeenschappelijken arteriestam. En zoo moest dan ook de R. descendens, die èn door oppervlakkig verloopende zijtakken èn door den in de diepte dringenden Ramus septi *) den wand der linker kamer van bloed voorziet, uit de A. cor. sin. ontspringen. Wat de hoofdstammen aangaat, hebben wij dus m. i. de vertakkingswijze voldoende gemotiveerd. Maar ook wat de fijnere vertakkingen betreft ontmoet men bij de verschillende zoogdieren een eigenaardige constantie in type. Alle zijtakjes zijn veervormig gerangschikt ter weerzijden zoowel van den R. descendens als van de Rr. circumflexi. De takken van den R. descendens zijn links veel aanzienlijker dan rechts. Ook deze ordening der fijnere vaatjes kan door mechanische verhoudingen duidelijk worden gemaakt. De beide hartekamers kunnen in vorm worden opgevat als twee kegels, waarvan zijdelings een segment is afgesneden. Met de sneevlakten, die loodrecht op de basis staan, zijn de beide kegels tegen elkaar geplaatst, hunne basis vallen in het zelfde vlak. Zoo beschouwd kan men het verloop der

*) Het septum ventriculorum behoort blijkens het vezelverloop tot den linker ventrikel.

veertakken van R. descendens en Rr. circumflexi kort aangeven als naar den top van den kegel gericht. Het hart contraheert zich nu zoodanig, dat de top der kegels naar hunne basis wordt bewogen. Alle veertakken loopen dus juist in de richting van de contractie, zij worden m. a. w. bij elke contractie verkort. Dat dit laatste het geval is, wordt vooral duidelijk door zekere vondsten bij lijkopeningen. Soms namelijk, wanneer men het hart in sterken rigor mortis aantreft *), vindt men de vasa coronaria zeer regelmatig, golfvormig gekronkeld. Door opheffing van de lijkverstijving door kneden en rekken, strekken zich deze kronkelingen weer. Bij systole cordis ondergaat het hart ongeveer dezelfde verandering van vorm en omvang als tengevolge van den rigor mortis plaats heeft; de vasa coronaria nemen dan in het normale hart niet den gegolfden vorm aan, maar zijn elastisch genoeg om zich zonder merkbare slingering te verkorten.

Het verloop en de wijze van vertakking der Aa. coronariae, die wij zoo even beschreven, geldt uit den aard der zaak voor alle zoogdieren, want zij zijn een onmiddelijk uitvloeisel van het opgebouwd zijn van het hart uit vier afzonderlijke afdeelingen in verband met den kegelvorm der kamers. Ik heb wel is waar mijn onderzoek sleehts uitgestrekt tot een gering aantal diersoorten, slechts tot die soorten, waarop ik experimenteerde: hond, kat, konijn en geit. Ik kan er nog aan toevoegen, dat te oordeelen naar hetgeen ik bij een foetus aantrof en volgens de platen van R. Lee †) ook bij het rund

---

*) Misschien is dit gekronkeld zijn der Aa. coronariae minder een gevolg van den sterken rigor mortis, maar veeleer van eene atrophie van het hart, een bewijs dus, dat het orgaan in een vroeger stadium van het leven van het betrokken individu grooter is geweest. Dan zou de rigor mortis slechts de reeds bestaande kronkeling hebben verhoogd. Voor ons betoog doet dit echter niets ter zake. Voorwaarde voor de kronkeling is in elk geval te geringe elasticiteit.

†) R. Lee, On the Ganglia and Nerves of the Heart. Philosoph. Transactions. 1849. I, p. 43, met naschrift afzonderlijk uitgegeven in 1858.

dezelfde verhoudingen bestaan. Evenzoo bij den mensch. Desniettegenstaande is voorloopige generalisatie tot alle zoogdieren en vogels hier volkomen gewettigd.

Er bestaat dus bij de zoogdieren gelijkvormigheid van vaatverdeeling in den hartwand. Zij verkrijgt eene bijzondere beteekenis door eene andere eigenaardigheid der vaatvertakkingen.

De Aa. coronariae zijn zoogen. eindarteriën, d. w. z. de kleinere arterieele vaatjes, waarin zij zich oplossen, zijn niet onderling door arterieele anastomosen verbonden. Elk vaatgebied staat geheel op zich zelf, van de naburige arteries volkomen geïsoleerd. De eenige communicatie, die men tusschen de verschillende stroomgebieden aantreft, wordt door de capillaria en venae gevormd. Er is slechts van afzonderlijke arterieele vaatboomen, niet van één groot samenhangend arteriënnet sprake, zooals dit in andere organen, b. v. in de willekeurige spieren het geval is. Dit stelsel van isolement der individueele vaatgebieden is evenzeer toegepast op de grootere stammen: A. coronaria dextra, R. circumflexus en R. descendens, als op de kleinere zijtakjes. In het laatste geval is het type echter niet zoo zuiver bewaard en zijn hier arteriëele anastomosen geen zeldzame uitzonderingen.

De ontdekking van het feit, dat de Aa. coronariae cordis en hare takken eindarteriën zijn, is men voor den hond aan Cohnheim en von Schulthefs-Rechberg verschuldigd. Zij hebben dit aangetoond door injecties met eene dunne brij van gips en melk vervaardigd. Die injectiemassa heeft het voordeel, dat zij wel in de arteriën dringt tot in hare fijnste vertakkingen, maar de capillaria niet kan passeeren. Bij zulke injecties van hondeharten nu vonden Cohnheim en von Schulhefs-Rechberg steeds, dat elk onderdeel van het hart, wat zijn circulatie betreft, volkomen op zich zelf staat en alleen door capillairen en venae met de naburige vaatgebieden samenhangt. Slechts in één geval vonden zij eene arterieele anastomose. Hiermee overeenkomstig ziet men dan ook bij toesnoering van eenigen tak der Aa. coronariae een plotselinge

verbleeking van het betrokken vaatgebied, waarheen van dat oogenblik af geen slagaderlijke bloedstroom meer geleid wordt. Voor zoover ik in onze proeven kon opmerken treedt deze verbleeking niet terstond na de afsluiting der arterie op, maar verloopt er eerst eenigen tijd (in Proef N^0. 4 van Bijlage IV) ongeveer $^1/_2$ minuut vóór de bleeke kleur zichtbaar wordt. Vermoedelijk vindt dit verschijnsel zijne oorzaak daarin, dat niet uitsluitend de turgor van het weefsel, maar ook eene zelfstandige samentrekking der arteriolae het van bloedaanvoer beroofd vaatgebied nagenoeg bloedeloos maakt. Met het bloed verdwijnt dan de roode tint, die hoofdzakelijk aan het bloed in capillaria en praecapillaria zijn ontstaan te danken heeft en de bruinachtig gele kleur van de anaemische hartspier praedomineert; het spierhaemoglobine, hoewel in onbeduidende hoeveelheid in de spiervezels aanwezig, oefent slechts in zooverre eenigen invloed op de kleur van het geheel uit, dat het het bruinachtige eenigermate verhoogt. Nadat de afsluiting der arterie een tijd lang geduurd heeft, wordt de bleeke vlek weer donkerder. Op Cohnheim en von Schulthefs-Recbberg maakt zij dan den indruk van eene livide kleur te bezitten. De overtuiging der onderzoekers te Leipzig, dat anastomosen tusschen de Aa. coronariae en hare takken hooge uitzonderingen zouden zijn, kunnen wij op grond onzer injecties niet in alle opzichten deelen. Wel zijn arterieele communicaties tusschen A. coronaria sinistra en dextra zeer zeldzaam, maar des te veelvuldiger zijn anastomosen tusschen hare kleinere takken. Van de eerste wensch ik hier een voorbeeld te vermelden, omdat het ook uit een anatomisch oogpunt eenig belang bezit. Het werd aangetroffen bij een jongen hond met rijk vertakte Arteriae coronariae. Als injectiemassa gebruikte ik, als altijd, een mengsel van glycerine en een weinig water, waaraan door vermenging met uiterst fijn verdeeld, zoogenaamd opgelost, Berlijnsch blauw *) eene donkerblauwe

*) Berlijnsch blauw is in werkelijkheid onoplosbaar; hier is het slechts

kleur was gegeven. Deze vloeistof vult eerst de arteriën en dringt slechts daarna door tot de capillaria, een gevolg van haren licht-stroperigen aard. Door op een geschikt tijdstip de injectie te staken, krijgt men een praeparaat, waarin alleen de arteriën zijn opgespoten en zich als donkerblauwe lijnen scherp afteekenen, aan weerszijden vergezeld door twee venae, die, daar het vaatstelsel te voren met water wordt uitgespoeld, eenen kleurloozen inhoud bevatten. De loop der arteriën wordt dan met de loupe vervolgd en op die wijze naar anastomosen gezocht. Het aannemen van anastomosen grondt zich dus niet op de stroomrichting van de blauwe vloeistof bij injectie, iets, dat bij een injectievocht, dat ook in de capillaria dringt, niet veel zou bewijzen, maar op directe waarneming van de door den blauwen inhoud zichtbaar gemaakte vaatnetten. De stroomrichting gedurende injectie kan echter eene vingerwijzing zijn bij het opsporen der anastomosen. Wanneer op die wijze geene anastomosen werden gevonden, zette ik de injectie zeer langzaam voort tot dat ook een deel der capillaria gevuld waren en onderzocht op nieuw met de loupe. Op die wijze konden geene arterieele anastomosen onopgemerkt blijven. Volgens deze methode vond ik bij bovengenoemden jongen hond, dat een dicht slagaderlijk vaatnet de ruime communicatie vormde tusschen den zijtak, die van de A. cor. dextra langs den rechter rand van het hart afdaalt, en den R. circumflexus der A. cor. sin. Deze laatste slagader vertoonde echter eene afwijking in haar verloop. In plaats van zooals gewoonlijk aan de achtervlakte van het hart in het kruispunt van de horizontale en vertikale sleuf te eindigen, buigt zij hier in de vertikale sleuf en loopt daarin tot aan de punt, ja dringt zelfs, met hare vertakkingen zich om den apex cordis heenslingerend, tot aan de voorvlakte. Trouwens terwijl men gewoonlijk groote tusschenruimten aantreft tusschen de regiones, waarin de grovere arterie-

---

uiterst fijn verdeeld (verg. Harting, het Mikroskoop. D. II, p. 180) en in water opgezwollen.

vertakkingen der afzonderlijke hoofdstammen plaats hebben, in welke tusschenruimten men dan slechts uiterst fijne vertakkingen waarneemt, ontbraken hier die leegten, die men met de waterscheidingen op eene rivierkaart zou kunnen vergelijken *). Of men deze laatste eigenaardigheid, de smallere tusschenruimte tusschen de verschillende vaatgebieden, waarmee dan rijkelijke arterieele anastomose hand aan hand gaat, als eene hoogere ontwikkelingstrap mag opvatten, waardoor het dier meer voor functiestoornissen is gevrijwaard; dan wel, of het de vorm is, waaruit zich het type der eindarteriën heeft ontwikkeld, dat is eene vraag, die bij ons onderwerp niet thuis behoort. De tweede van beide mogelijkheden wordt door analogie met het algemeene slagaderlijke stelsel †) gesteund en zoo wij haar de voorkeur geven zouden wij hier te doen hebben met een „arrêt de développement". Hoe het zij, het type der eindarteriën was in ons geval verstoord, echter alleen wat de met het bloote oog te vervolgen arteriën aangaat. In de arteriolae of wil men liever in de praecapillaria arteriosa was het type in alle zuiverheid bewaard: elk fijn arteriestammetje droeg aan zijn top een diffuus blauwe vlek, beantwoordend aan zijn capillairgebied, dat zich met injectievocht begon te vullen. Deze vlekken vloeiden niet ineen, daar de injectie bijtijds werd gestaakt, anders zou dit stellig langzamerhand hebben plaats gehad. Het dier, waarbij dit hart werd gevonden was jong, nog niet geheel volwassen; het bezat in verhouding tot zijne grootte een vrij omvangrijk hart.

*) Ofschoon de vergelijking natuurlijk bij verder uitwerken mank gaat.

†) W. Krause meent in zijne inleiding tot de opsomming van varietaten in Henle's anatomie, dat het slagaderlijk stelsel evenals het veneuse systeem oorspronkelijk een netwerk is, een type, dat zich in elk capillairstelsel herhaalt. Het venennet ontwikkelt zich gelijkmatig, dat der slagaderen evenwel zoo, dat vele balken rudimentair worden en alleen een dendritisch vertakt stelsel overblijft. Dan is het type der eindarteriën het toppunt der ontwikkeling, alle anastomosen een achterlijken toestand.

Voor den hond kan men derhalve wel in het algemeen toegeven, dat de Aa. coronariae cordis eindarteriën zijn, maar men zal daarbij nimmer uit het oog mogen verliezen, dat anastomosen tusschen de kleinere stammen vrij veelvuldig, tusschen de grootere nu en dan, zij het dan ook zeldzaam, voorkomen. Anders daarentegen bij het konijn. Hier geldt de wet zonder uitzondering, dat elke A. coronaria en elk harer stammen een geheel geïsoleerd vaatgebied bezit. Eene uitzondering is ons nimmer voorgekomen, niettegenstaande de vele harten, die wij op dit punt onderzochten. Overeenkomstig hiermee schijnen dan ook de arteriolae ontbeerende tusschenruimten betrekkelijk uitgestrekter dan bij den hond, ofschoon aan den anderen kant erkend moet worden, dat het minder oppervlakkig verloop der arteriën een juiste schatting dezer verhoudingen uiterst moeielijk maakt. Ook bij katten vonden wij het type der eindarteriën terug, in 5 gevallen konden wij dit door injectie constateeren. De praeparaten, die wij door opspuiten van de harten der voor onze proeven gebruikte konijnen en katten verkregen zijn uiterst merkwaardig. De canule werd in al deze gevallen in de Aorta ascendens gebonden; de spuit eerst met water gevuld, spoelden wij dan voorzichtig het coronairstelsel uit, voor zoover ten minste eene ligatuur niet den toegang aan het water afsneedt. Reeds gedurende deze voorbereidende procedure viel meestal een kleursverschil tusschen afgesloten en nog doorgankelijk gedeelte op: het eerste behield zijn bruine tint, het laatste werd bleekstroogeel. Wanneer wij dan daarna langzaam en met gestadigen druk Berlijnsch blauw injicieerden uitte zich de tegenstelling eerst recht duidelijk. De injectie werd namelijk langer voortgezet dan wij bij de hondeharten gewoon waren: niet alleen de arteriën ook de capillairen vulden wij met blauwe vloeistof. Scherp teekende het geinjiceerde gebied, gelijkmatig blauw gekleurd, met bochtige lijnen tot grenzen, zich dan af tegenover de regio, waarheen de ligatuur het toetreden van injectievloeistof belette. Men

kon dan onmiddellijk van het praeparaat aflezen, welk gedeelte van den hartspier in de proef van bloed werd beroofd en welk nog op de gewone wijze gevoed bleef. Tegelijk leverde deze uitslag het onomstootelijk bewijs voor het volledig isolement der betrokken vaatgebieden. Zoo werd daardoor een dubbel doel bereikt, vooreerst verwittigde de injectie ons van het welslagen onzer operatie en ten andere toonde zij nog eens te meer aan, dat de Aa. coronariae eindarteriën zijn.

Voegen wij hieraan toe, dat wij in het enkele geval, waarin wij op een dier tot de orde der Ruminantia experimenteerden, eveneens na afloop bij injectie een soortgelijk resultaat verkregen, dan kunnen wij, op grond van deze gegevens, niet twijfelen aan de algemeenheid der wet, die wij zoo even trachtten te motiveeren *).

Hebben wij tot nog toe alleen eigenschappen van de vascularisatie van den hartwand leeren kennen, die eene algemeene geldigheid bezaten, er zijn nog andere, die in het bijzonder voor elke diersoort afzonderlijk kenmerkend zijn. Zoo verloopen onze arteriën bij den hond alle zeer oppervlakkig, direct onder het percardium. Gedeeltelijk, d. i. in den sulcus atrio-ventricularis zijn zij daarbij rijkelijk in vet gehuld. Bij het konijn daarentegen zijn de hoofdstammen, de a. cor. dextra en de R circumflexus A. cor. sin. juist in de spier begraven en komen eerst de veertakjes aan de oppervlakte onder het pericardium te voorschijn; ook de R. descendens a. cor. sin. deelt in dit opzicht de eigenaardigheden der veervertakkingen, waarvan hij de eerste en aanzienlijkste is. Door hare ligging zijn de Aa. coronaria bij het konijn dus minder geschikt om bij het levende dier te worden gepraepareerd; men zal zich hier met omsteking moeten vergenoegen en van voorafgaande isoleering afstand moeten doen.

*) Ook de Aa. coronairae van den mensch zijn eindarteriën: Hyrtl geciteerd bij Henle Anatomie III. Volgens onze beperkte ervaring zijn uitzonderingen niet zeldzaam.

Wat de kat echter aangaat, hier treft men weer dezelfde verhouding aan als bij den hond, de hoofdstammen zijn hier in de atrioventriculairsleuf onder een groote hoeveelheid wit vet bedolven Elders op de oppervlakte, waar deze door de contracties aan een voortdurende vormverandering onderworpen is, ontbreekt dit subpericardiaal vet en zijn de veervertakkingen zonder praepareeren zichtbaar. Bij deze kleinere dieren, konijn en kat, is het karakter der veervertakking niet in alle strengheid behouden; de gelijkheid der zijtakjes laat n.l. wel iets te wenschen overig; zij laten zich echter zeer wel tot het type terugbrengen. Bij de geit liggen de Aa. coronariae voor zoover één observatie recht geeft daaromtrent iets aan te nemen, als bij hond en kat, direct onder het pericardium. Het geval, dat wij onderzochten was een hart van zeer eigenaardigen, puntigen vorm, vooral door de groote lengte van de linker kamer teweeggebracht. Dit hart was, evenals de groote vaten, in verhouding tot de lichaamsgrootte zeer omvangrijk. Bij jonge dieren schijnt dit in het algemeen zoo te zijn, waardoor zij voor onze proeven bij uitstek geschikt zijn *).

Voor wij van de vaatverdeeling in de hartspier afscheid nemen, moeten wij nog even een punt aanroeren, dat mij niet van belang ontbloot schijnt. Is namelijk het hart bij het konijn een zoogenaamde roode of bleeke spier? Immers deze tweërlei spieren worden bij dit dier aangetroffen. Het kleursverschil verheft zich om redenen †), die ons hier te ver van ons onderwerp zouden afleiden, ver boven een curiosum en het is daarom wel van gewicht een oogenblik na te gaan

---

*) Deze opmerking steunt evenwel niet op metingen. Volgens Taf. I van Beneke's Altersdisposition, Marburg 1879, vindt men bij den mensch deze verhouding juist omgekeerd. Daar groeit gedurende de periode der puberteit het hart wel buitengewoon snel, maar is toch vergeleken met de lichaamslengte dan kleiner dan op volwassen leeftijd.

†) W. Krause, Anatomie des Kaninchens. Leipzig 1848, p. 24. Ranvier, Traité technique d'Histologie, p. 466 en 510.

tot welke van beide groepen het hart behoort. Gaat men slechts met de eenvoudig physische eigenschappen te rade, dan is het antwoord niet moeilijk. Wat kleur, elasticiteit en vastheid aangaat, is het hart ontegenzeggelijk een roode spier. Is het antwoord echter eensluidend, wanneer wij ook de physiologische eigenschappen in aanmerking nemen? Vergelijkende onderzoekingen daaromtrent zijn, voor zoover ik weet, alleen door Ranvier *) verricht. Deze zijn dit vermoeden wel gunstig. Tot histologische †) en histochemische §) vergelijking ontbreken de noodige gegevens. Wij zien ons derhalve hier voor eene opene quaestie geplaatst.

Ten slotte nog eenige opmerkingen over het zenuwverloop aan de oppervlakte van het hart. De bron, waaruit bij onze dieren de zenuwen voor het hart ontspringen is eene zenuwvlecht, die de anatomen tot het gebied van den sympathicus brengen, de Plexus cardiacus, om den Arcus Aortae gelegen. De plexus wordt gevormd door de dooreenweving van Vagus- en sympathicustakken; het verloop dezer zenuwen verschilt bij de verschillende proefdieren eenigermate, zonder dat dit voor ons doel veel ter zake doet **). Voor ons is het echter van groot belang nauwkeurig na te gaan hoe de intracardiale zenuwen zelve zich vertakken, hoe zij den plexus cardiacus verlaten. Raadplegen wij daaromtrent de schrijvers, die de anatomie van den mensch bij voorkeur bewerkten en vergelijken wij hunne opgaven met de verspreide aanteekeningen over deze verhoudingen bij zoogdieren, dan ontdekken wij, dat hier wederom eene groote gelijkvormigheid heerscht. Henle ††) laat enkele takjes van den plexus cardiacus zich direct langs den kortsten weg naar de boezems begeven en zich daar verspreiden; in fig. 307 zijn deze zenuwdraden

*) Ranvier, Progrès médical 1879, p. 680. Leçon recueillie par Rénaut.

†) Ranvier, Traité, p. 110.

§) Kühne, Physiol. Chemie 1868, p. 288.

**) Aubert in Hermann's Physiologie, Bd. 4, p. 376.

††) Henle, Anatomie, Bd. 3, p. 574, ed. 1871.

afgebeeld; zij zijn volstrekt niet onaanzienlijk. De innervatie van het grootste gedeelte van het hart heeft evenwel plaats langs banen, die onder het pericardium viscerale op de groote vaten naar den sulcus atrio-ventricularis afdalen en hier twee vlechten vormen, den Plexus coronarius dexter en sinister, die grootendeels de Aa. coronariae omspinnen, gedeeltelijk zelfstandig *) verloopen. De achtervlakte van het hart wordt voornamelijk door den plexus dexter verzorgd, terwijl aan de voorvlakte de plexus sinister de overhand heeft. Dat gedeelte van den plexus, dat den R. descendens A. cor. sin. volgt is vooral sterk ontwikkeld †). Deze zenuwvlechten bevatten hier en daar gangliëncellen, meestal oppervlakkig onder het pericardium gelegen, over wier verspreiding bij den mensch een nauwkeuriger onderzoek nog niet is verricht (Schwalbe). In de nabijheid van de Vv. pulmonales §), volgens anderen van de V. cava superior **) vindt men de meeste gangliën bijeen. Het zenuwverloop bij zoogdieren beantwoordt volkomen aan dat bij den mensch, voor zoover ten minste, hetgeen bekend is daarover toelaat te oordeelen.

Vooreerst bezitten wij een paar platen van Robert Lee ††).

---

*) Voor het eerst opgemerkt door Scarpa; van gewicht, want al wist men reeds lang, dat de Aa. coronariae door zenuwen begeleid worden — zie b. v. Willis, cerebri anatome, etc. ed. 1676 Tab. IX — men verkeerde in den waan, dat geen dier zenuwen zich in de spier vertakte. Verg. hierover R. Lee, Philosophical Transactions 1849. I, p. 43.

†) Schwalbe, Neurologie 1881, p. 1005.

§) Vignal, Recherches sur l'appareil ganglionnaire du coeur des vertébrés (Lab. d'histol. du collège de France). Arch. de phys. norm. et pathologique. 1881.

**) Krause, Allg. Anat. 1876, p. 303, waar ook een uitvoeriger beschrijving van Sappey uit het jaar 1869 wordt geciteerd.

††) R. Lee, on the ganglia and nerves of the Heart. Philosoph. Transactions 1849. I, p. 43, gelezen 7 Juni 1848, met naschrift. De platen zijn later in 1850 afzonderlijk uitgegeven, gezamenlijk met afbeeldingen van den Plexus uterinus onder den titel: „Engravings, etc." In 1851 moet Lee nog eene Memorie hebben gepubliceerd, die mij evenwel onbekend bleef.

Zij beelden de voor- en achtervlakte af van het hart van een kalf (alkoholpraeparaat), pericardium en fascia cardiaca (R. Lee) zijn verwijderd. Men ziet de zenuwen over de vaten verloopen, deze dikwijls in schuine richting kruisen. Dan vormen zij vaak op het vat een spoelvormig gangliön. In het algemeen vormen zij geen vlechten om de vaten, eerder kan men zeggen, dat zij overal verspreid zijn, dikwijls onderling evenwijdig. Het onderzoek van Lee is aan eene vrij scherpe kritiek onderworpen door Cloëtta *). Verschillende opgaven konden niet worden bevestigd: de fascia cardiaca ontbrak, de vermeende gangliën op de vaten bevatten geene gangliën-cellen, de zenuwrijkdom was veel geringer. Dit in verband met een voor een deel zeer zonderling evenwijdig loopen van de zenuwen, maken de platen van Lee wel eenigszins verdacht.

Vervolgens bestaat er een onderzoek van de Göttinger school. Schklarewski †) onderzocht verscheidene kleinere zoogdieren en vogels, o. a. ook konijn en hond. Hij vond eene constante rangschikking der gangliën en zenuwvezels. Deze vormen namelijk twee ringen loodrecht op elkaar geplaatst. De eerste ring ligt in den sulcus atrioventricularis, de tweede in den sulcus longitudinalis. Beiden snijden elkaar voor en achter. Van de ringen uit verspreiden zich zenuwtakjes in de wanden van boezems en kamers; de takjes hebben door hunne anastomosen het karakter van vlechten. Bij vogels merkte hij eene lokale opeenhooping van gangliëncellen op en wel aan de achtervlakte op het snijpunt van beide ringen; duizenden dier cellen liggen hier bijeen, het ganglion is dan ook voor het bloote oog zichtbaar. Het analogon eener dergelijke concentreering ontbreekt bij zoogdieren; het dichst nog opeengehoopt zijn zij bij de inmonding der V. cava sup.

---

*) Cloëtta, Ueber die Nerven des Herzens. Würzburger Verhandl. Bd. 3, p. 64, 1852.

†) Schklarewski, Ueber die Anordnung der Herzgangliën bei Vögeln und Säugethieren, Gött. Nachrichte 1872, p. 426.

Eindelijk gaf een paar jaar geleden Vignal *), assistent van Ranvier, een zeer volledige vergelijkend-anatomische beschrijving van de groepeering der hartgangliën in de verschillende klassen der werveldieren. Ofschoon de visschen amphibiën en reptiliën bij voorkeur bewerkt zijn, bevat deze verhandeling toch enkele zeer te waardeeren gegevens omtrent zoogdieren. De schrijver houdt echter hoofdzakelijk de gangliën in het oog en bekommert zich betrekkelijk weinig omtrent het zenuwverloop in engeren zin. Wij vinden ook hier weer de meedeeling, dat de zenuwen de vaten vergezellen. Eene gewichtige bijdrage wordt ons tevens geleverd in eene even eenvoudige als elegante methode van onderzoek †): Kleine stukjes van het hart behandelt men, nadat zij gedurende een etmaal in versch citroensap gelegen hebben, met goudchloride en opvolgende reductie in acid. formicum. Daardoor worden de zenuwelementen violet gekleurd. Een eenvoudige kunstgreep maakt hun daarna voor onderzoek met het mikroskoop toegankelijk: men scheurt het pericardium van de oppervlakte af en legt het omgekeerd op een voorwerp-glaasje. Afgescheiden van de onzekerheid, die elke kleuring met goudchloride nog altijd aankleeft, is deze methode werkelijk voortreffelijk en heeft zij ons dan ook reeds goede diensten bewezen.

Wanneer wij samenvatten hetgeen wij omtrent de zenuwen van het zoogdierhart uit de auteurs bijeen hebben gegaard, dan komen wij tot de volgende slotsom. De plexus cardiacus ontstaat uit de dooreenweving van sympathicus- en vagusvezels. Van uit dezen plexus wordt het hart van zenuwen voorzien. Hoogstwaarschijnlijk geschiedt dit, wat de boezems betreft, voor een gedeelte direct, voor een ander deel, evenals de kamers, door tusschenkomst van de Pp.

*) Vignal, Rech. sur l'appareil ganglionnaire du coeur des vertébrés Arch. de phys. norm. et path. 1881, p. 694.

†) Ook vermeld in Ranvier Traité technique d'histologie, p. 845.

coronarii. Deze omspinnen de arteriën van dien naam, inzonderheid ook den R. descendens A. cor. sin. Langs het verloop der zenuwen vindt men hier en daar gangliën, die vooral in de atrioventriculair-sleuf en in de nabijheid van de monden der venae talrijk zijn. Beide zenuwelementen liggen over het algemeen zeer oppervlakkig, dicht onder het pericardium. Wij vinden hier dus dezelfde verhoudingen terug, die wij in het begin van dit hoofdstuk voor de vaten hebben leeren kennen. Evenals de hoofdstammen der Aa. coronariae liggen ook de groote zenuwen en gangliën juist daar waar de 4 pulseerende afdeelingen aan elkaar grenzen.

Dit is zeker niet toevallig, ook zij zijn waarschijnlijk door den druk en de buiging der pulseerende oppervlakte naar deze sleuven verschoven, wier verdere ruimte door vet is aangevuld.

Gelijk wij uit de resultaten onzer injecties hebben kunnen afleiden zijn de Aa. coronariae echte eindarteriën. Bij grootere dieren komen wel is waar nu en dan uitzonderingen voor, maar de anastomosen zijn dan toch meestal gering in aantal en onbeteekenend van kaliber. Bij kleinere dieren worden dergelijke uitzonderingen nimmer aangetroffen. Indien men de voorzorg neemt, na afloop van de proef voorzichtig te injicieeren, zijn derhalve zoowel honden als konijnen of katten voor onze experimenten geschikt.

Ten slotte dien ik hier nog eenige bijzonderheden, die tot richtsnoer kunnen strekken bij het opsporen der Aa. coronariae, te vermelden, de eigenlijke topographie van het operatieveld. Wij bepalen ons hierbij tot den hond als type. De A. cor. sin. ontspringt bij dit dier achter het midden van den Bulbus pulmonalis uit de aorta; verloopt dan midden door het subpericardiaal vet in eene richting, die den rechten hoek, tusschen sulcus atrioventricularis en longitudinalis midden doordeelt. Één of twee mm. lager splitst de stam zich in de Rr. descendens en circumflexus. Beide

dunner van wand en meer oppervlakkig in het vetweefsel gelegen, schemeren door het pericardium heen. De A. cor. dextra verloopt, onder eene eenigszins uitpuilende vetkwab, midden tusschen Bulbus pulmonalis en de inplanting der auricula op den sinus atrii, iets meer naar den Bulbus toe. De grens van den Bulbus herkent men aan het subpericardiaal vetweefsel, dat juist zoover reikt, den Bulbus echter niet bedekt. Ziedaar eenige points de repère, die bij het omsteken en praepareeren der arteriën van dienst kunnen zijn.

HOOFDSTUK III.

Het doel onzer proeven is, gelijk wij boven zagen, het hart in bepaalde abnormale omstandigheden te plaatsen, daarin van de gewone onderscheiden, dat de bloedstroom in den hartwand ontbreekt. Tegelijkertijd zullen echter nog tal van accidenteele momenten invloed uitoefenen op het hart onzer proefdieren, die het resultaat der experimenten zeer onzuiver dreigen te maken. Daar deze bijkomende omstandigheden zich niet wel laten uitsluiten, is, gelijk wij vroeger reeds aanduidden, wisseling van mate en aard der complicatie, de eenige methode, die tot een eenigszins zekere uitkomst kan leiden. Daarnaast kan eene reeks van contrôle-proeven, waarin wij de complicaties alleen laten inwerken, zeer nuttig zijn.

Het ligt in den aard dezer methode, dat men zich niet tot een enkele diersoort mag beperken, maar haar op zoogdieren van verschillende soorten en orden moet toepassen. De onderscheidene groepen vormen dan parallellen, die op menig punt elkaar zullen aanvullen. De eerste parallel wordt in ons geval gevormd door de experimenten op konijnen, de tweede door die op honden; voor de derde is de kat het object.

In de parallel der proeven op konijnen kozen wij de methode van von Bezold als uitgangspunt. Wij pastten haar toe op volwassene of nagenoeg volwassene dieren van het ras, dat hier altijd voor experimenten gebruikt wordt

en dat blijkens de ervaring een tamelijk groot weerstandsvermogen tegen ingrijpende verwondingen bezit. De inrichting der proeven was als volgt.

Het dier wordt op de gewone wijze in rugligging op Czermak's plank bevestigd. De huidsnee loopt van den larynx tot aan den processus ensiformis in de mediaanlijn en is dan voldoende voor de 3 operaties, die zullen moeten plaats hebben: tracheotomie, om kunstmatige ademhaling mogelijk te maken, bevestiging eener canule in de carotis en verwijdering van het sternum. De tracheotomie had niets bijzonders. Het laarsje van Ludwig werd in de trachea gebonden en als insufflator gebruikten wij eenen blaasbalg, wiens excursies wij regelen en door een vliegwiel gelijkmatig konden houden. De tweede operatie, het brengen eener canule in de carotis, is voor de eigenlijke proef niet strikt noodig. Zij dient slechts om eene registratie van polsslag en bloedsdruk mogelijk te maken. De canule met ampulla en zijtak wordt op de gewone wijze in de A. carotis sinistra bevestigd en door een kort caoutchouc buisje verbonden met eenen sphygmoscoop van Marey. Wij verkozen dit instrument boven eenen manometer, omdat het gemakkelijker te hanteeren is en voor ons doel volkomen voldoende resultaten geeft. Het is n. l. een uitmuntende pols-teller. De samenstelling van het instrument is eenvoudig *), men kan het zeer wel zelf vervaardigen, b. v. op de volgende wijze. Een glazen buis van ongeveer 1 ctm. middellijn en $6^1/_2$ ctm. lengte wordt aan beide uiteinden door een caoutchouc stopje gesloten. Aan de eene zijde is dit stopje doorboord door een gewoon glazen buisje, dat door een caoutchouc slang in verbinding gebracht is met een tambour à lévier. Het andere stopje is ook doorboord door een glazen buisje,

*) Marey, Du Mouvement dans les fonctions de la vie, 1868. Men vindt de sphygmoscoop ook beschreven en afgebeeld in een werk van jongeren datum, dat onder den titel „De graphische methode" zich in eene Hollandsche vertaling verheugt.

maar dat in het binnenste der hoofdbuis niet zooals het andere vrij eindigt. Het draagt daar een elastische ampulla eenvoudig verkregen door een elastisch vliesje eenigszins ruim op het buisje te binden. Ampulla en buisje zijn gevuld met 10 pCt. solutie van Carbonas Sodae. Brengt men nu laatstgenoemd buisje in verbinding met de carotis-canule, die inmiddels met dezelfde zoutoplossing gevuld is, dan zal, nadat de centraal geplaatste klem is weggenomen, het lumen van de arterie in open communicatie staan met den inhoud der ampulla. De bloedsdruk zal zich tot in deze voortplanten en eene zekere mate van uitzetting te weeg brengen. De schommelingen in den bloedsdruk doen de elastische ampulla beurtelings grooter en kleiner worden. Deze wisselingen zullen door tusschenkomst van het luchttranssport en de tambour à levier gemakkelijk op een draaiende beroete trommel kunnen worden geregistreerd *). Op die wijze slaagt men er in tracés te verkrijgen, waarin vooreerst het aantal, de duur en tot zekere hoogte de vorm der polsslagen, vervolgens de respiratieschommelingen en eindelijk de grovere veranderingen van den bloedsdruk zijn uitgedrukt. Absolute waarden verkrijgt men natuurlijk langs dezen weg niet, maar de betrekkelijke waarden zijn vrij juist weergegeven.

De gevoeligheid van het instrument is grooter, dan men aanvankelijk zou verwachten †). In het gebruik is het veel gemakkelijker en eischt veel minder oplettendheid dan een manometer. Stoornis door stolling van bloed in de carotiscanule behoeft men hier niet te vreezen, evenmin, bij daling van den bloedsdruk, de prikkelende werking van Carbonas

*) Wij gebruikten als motor eenen regulateur van Foucault, door Prof. Stokvis ons welwillend afgestaan. De trommel had evenals die, welke Marey gebruikt, een omtrek van 42 ctm. en werd op de eerste as van den regulateur geplaatst zoodat zij één omdraaiing per minuut maakte.

†) Zoo erkent men in de curve de secundaire verheffing meestal zeer duidelijk.

Sodae op de binnenvlakte der vaten en van het hart. De geringe inhoud van buisje en ampulla waarborgt daartegen voldoende. Om die redenen is het instrument juist zoo geschikt voor onze proeven, waar aanzienlijke en snelle dalingen van den bloedsdruk te verwachten zijn.

Om zich toegang tot het hart te verschaffen neemt men soms het geheele sternum met aangrenzende ribkraakbeenderen, soms alleen een venster zijdelings van het sternum, uit den thoraxwand weg. Bij de proeven volgens von Bezold verwijderden wij steeds het geheele sternum om meer ruimte voor onze klempincetten te verkrijgen. Dit geschiedde aldus: de beide huidstukken ter weerszijden van de mediane huidsnee werden op zijde geschoven, een sleufsonde onder de Mm. pectorales gebracht en deze dicht bij hunnen oorsprong aan het sternum gekliefd. De bloeding die daarbij plaats heeft is zeer onbeteekenend. Ter voorkoming van eene bloeding uit de Aa. mammariae internae wordt, met behulp van eene rechte naald, in de 3e of 4e intercostaalruimte een dikken draad om het sternum doorgevoerd en op het sternum geknoopt. Onder deze ligatuur, die de Aa. mammariae dichtdrukt, wordt het sternum dwars doorgeknipt en nadat ook de ribkraakbeenderen behalve dat der 1e rib zijn doorsneden, opgeklept. Een andermaal wordt een dergelijke snoering ter hoogte van de 1e en 5e intercostaalruimte aangebracht en het sternum er tusschen uitgeknipt. Het pericardium parietale wordt in de mediaanlijn geopend, soms geeft daarbij het mediastinaal vet een weinig bloeding, die zich echter gemakkelijk laat stelpen. Wij hechtten daarna bijna altijd het pericardium aan de randen der thoraxopening vast, waardoor wij een dubbel voordeel verkregen. Vooreerst werden de bewegingen der longen beperkt, minder bij de insufflatie, want die konden wij zelve regelen, maar bij mogelijke expiratie-stooten van het dier. Ten anderen waren wij door het aanhalen dier hechtingen in staat het hart een weinig uit zijne, naar de wervelkolom

teruggezonkene ligging op te tillen, waardoor het voor onze instrumenten gemakkelijk te bereiken werd. Zoo toegerust wachten wij een oogenblik, totdat het hart zich van kleine onregelmatigheden in zijn werking hersteld had. Gewoonlijk had dit binnen een paar minuten plaats. Wat ons evenwel steeds opviel, was de betrekkelijk geringe verkleining van het hart bij systole. Wanneer het hart dan na deze reeks van ingrijpende operaties wel niet bijzonder krachtig, maar toch regelmatig en gelijkmatig pulseerde, gingen wij tot de eigenlijke proef over. Een gewoon schuifpincet van Matthieu werd, terwijl een der hartooren met een stomp pincet op zijde was getrokken, diep in de hartspier gezet, dáar waar de Aa. coronaria sinistra of dextra verloopt. Kort nadat het pincet gesloten is, geeft de verbleeking van het betrokken vaatgebied het teeken, dat de bloedstroom is verbroken. Tot voorbeeld van de op die wijze ingerichte experimenten strekke het volgende proefverslag.

Konijn. 1e Reeks A. N°. 5.

Tracheotomie. Carotis sinistra van sphygmoscoop voorzien. De arteie krijgt daarbij een klein scheurtje bij de punt der canule, waaruit eenige bloeding. De canule wordt hooger op ingebonden. Nogmaals een scheurtje en bloeding. Carotis sinistra afgebonden en de sphygmoscoop zonder verdere tegenspoeden met de carotis dextra in verbinding gebracht. 21 polsslagen in 145 sec. (dit en dergelijke getallen zijn steeds op de curve geteld).

Sternum in zijn geheel weggenomen, pericardium aan de randen der thoraxwond bevestigd.

Het hart klopt regelmatig, maar de kamers vullen zich bij diastole betrekkelijk weinig. 12 polsslagen in 5 sec. Nadat het hart een paar minuten regelmatig heeft geklopt:

1e klemming, vrij oppervlakkig, in de streek naast den Bulbus pulmonalis. Zij omvat vermoedelijk den R. descendens. Eene zeer duidelijke verlangzaming van het tempo is het gevolg. Terwijl onmiddelijk vóor de klemming 61 pulsaties in 30 sec. plaats hadden, telt men er nu in denzelfden tijd slechts 37. De linker ventrikel is merkbaar verbleekt, alhoewel takjes van den R. circum-

flexus gevuld blijven. De bloedsdruk en de polshoogte ondergaan geen noemenswaardige veranderingen.

Nadat de klemming 1 min. heeft geduurd, heffen wij haar op. Onmiddelijk stijgt het aantal polsslagen tot 67 in 30 sec. Aldus verstrijkt nogmaals 1 min. Daarna:

2e klemming, diep, zoodat de geheele streek tusschen auricula sinistra en groote vaten tusschen de branches van het schuifpincet worden gekneld. Stellig werd daarmee tegelijkertijd het atrioventriculairostium zeer verkleind en wellicht ook de aditus uit ventrikel tot ostium aorticum wel eenigzins vernauwd (het ostium zelf echter niet). Op het oogenblik van de klemming is het tempo onregelmatig; de 15 volgende secunden daarentegen regelmatig: 25 pulsatiën in 10 sec. Op deze eerste 15 sec. volgen 5 sec. gedurende welke het tempo niet veranderd is, maar de pulsatiën veel oppervlakkiger zijn, zoodat zij slechts eene zwakke polsgolf veroorzaken. Daarna keert het hart nog een paar sec. (6 slagen) tot oude kracht en frequentie terug, om ten slotte onregelmatig te werken in dien zin, dat het nu eens langzamer, dan weer sneller klopt. Deze onregelmatige periode duurt 15 sec. en wordt opgevolgd door een tijdperk van 25 sec., waarin de pulsatiën nog tamelijk krachtig maar zeer langzaam zijn (6 puls. in 10 sec.), of liever waarin zij eerst langzaam, daarna snel, eindelijk al verlangzamend uitsterven.

Na een tijdsverloop van iets meer dan 1 min. na het begin der klemming staat het hart in zijn geheel, *kamers* en *boezems* een paar sec. geheel stil, om dan plotseling weer in levendige beweging te geraken. Die bewegingen zijn echter geen regelmatige contractiën, maar golvingen, die naar het schijnt van basis naar punt verloopen. Zij beperken zich in den beginne uitsluitend tot den rechter ventrikel. De linker kamer en de boezems zijn volkomen in rust. Alle hartsholten verkeeren in diastole. Langzamerhand ziet men de auricula sinistra meer gevuld worden. 15 Sec. na het begin der golvingen krijgt het dier algemeene krampen. Te ongeveer denzelfden tijd zwellen de ventrikels meer dan gewoonlijk in diastole. In dezen uitgezetten toestand blijven zij, zoolang de pas genoemde golfbewegingen voortduren. Na eenige oogenblikken zijn ook flauwe peristaltische bewegingen in de punt der linker kamer te bemerken.

Ongeveer $1\frac{1}{2}$ min. na het begin der peristaltische bewegingen en terwijl deze nog voortduren, ofschoon iets minder levendig, beginnen de boezems weer zwak, maar regelmatig te pulseeren, onderling isochroon. Kunstmatige ademhaling gestaakt. Nog een paar min. later (daar de trommel is afgeloopen, missen wij nauwkeuriger tijdsbepaling)

worden de verflauwende peristaltische bewegingen afgewisseld door enkele contractiën der kamers en eindelijk pulseert het hart weer regelmatig, ofschoon minder krachtig dan vroeger. Dit geschiedde te 10 u. 12 min.; 23 puls. in ¼ min. (direct geteld). De contractiën van boezems en kamers zijn isochroon. De kamercontractie is vrij krachtig en volkomen, maar vertoont iets bijzonders: zij geschiedt n.l. langzamer; zoowel de systolische samentrekking als de diastolische ontspanning nemen meer tijd in beslag dan gewoonlijk, zij hebben minder schoksgewijs plaats.

Nu en dan treedt er eene korte pauze in de reeks pulsaties op, onregelmatig ingeschoven, na een diastole invallend.

10 u. 21 min. 19 pulsaties in ¼ min.

10 u. 25. Het tijdsverschil tusschen de acme van kamersystole en die der boezemsystole is zoo groot geworden, dat de beweging nu een duidelijk schommelen is: de boezem drijft bloed in de kamer; deze zet zich daarbij of daardoor uit, oogenblikkelijk na die uitzetting, dus samenvallend met de boezemdiastole, eene kamercontractie, die nu veel minder volledig is, dan eenige minuten geleden. Men verkrijgt den indruk alsof het bloed van boezem in kamer en later weer van kamer in boezem heen en weer wordt gestuwd. Er bestaat in de carotis geen spanning meer: bij doorsnijding vloeit geen bloed meer uit. Wellicht is dit reeds geruimen tijd het geval.

10 u. 26 min. 19 puls. in ¼ min. Kamers slaan nu en dan een of twee boezemsystolen over, zonder eenigen regelmatigen rhythmus evenwel.

10 u. 28 min. Nu en dan worden de regelmatige, soms uitblijvende, onvolledige kamercontractiën vervangen door kortere of langere reeksen van snel opeenvolgende, eveneens onvolledige kamercontractiën, wier tempo sneller en geheel onafhankelijk is van het boezemtempo.

10 u. 30 min. Contractiën zeer onvolledig, vooral links, verflauwen meer en meer.

De Aorta ascendens wordt nu geïsoleerd en er eene canule in bevestigd. Van uit deze canule wordt het coronairstelsel met water doorspoeld. Middelerwijl verflauwen de bewegingen van kamers en boezems nog meer en sneller, en staan weldra geheel stil. Injectie met Berlijnsch blauw leert, dat alleen de A. cor. dextra doorgankelijk is geweest. Alleen haar gebied vult zich met de injectievloeistof en wordt daardoor gelijkmatig blauw gekleurd. Bij de verdere sectie werd oedema pulmonum aangetroffen.

Behalve bovenstaande proef deden wij volgens de methode

van von Bezold nog drie andere experimenten met gelijkluidend resultaat *). Men vindt haar in Bijlage II, A kort weergegeven.

Gelijk uit het proefverslag, dat wij hierboven in den text inlaschten, blijkt, vonden wij de opgaven van von Bezold en Samuëlson aanvankelijk bevestigd. De pulsatiën duurden eerst werkelijk niet langer dan 1 min. na de klemming van den stam der A. coronaria sinistra †). De daling der polsfrequentie wisselde met tijdelijke versnellingen af. Toen werden de contracties al zwakker en zeldzamer om eindelijk geheel te verdwijnen. Op het oogenblik, dat op die wijze het geheele hart tot absolute rust kwam, waren omgeveer 60 sec. sedert de dichtknelling van het vat verloopen.

Tot zoover was ons resultaat nagenoeg eensluidend met dat der auteurs, maar van nu aan ontstaat er een belangrijk verschil. Terwijl het hart in de oudere proeven onbewegelijk bleef of slechts eenige onregelmatige contracties vertoonde, herleefden in ons geval de typische pulsaties. Eerst in de boezems, $1^1/_2$ minuut na een algemeenen stilstand, later nadat nog een paar minuten verstreken waren, ook in de kamers. En dat niettegenstaande, blijkens de latere injectie met Berlijnsch blauw de geheele wand van het linker hart aan den bloedstroom onttrokken was en bleef. Gedurende ongeveer 10 minuten waren deze op nieuw verschenen pulsaties krachtig. Later verzwakten zij geleidelijk; na ruim 20 minuten waren zij geheel verdwenen. Een langzaam en geleidelijk uitsterven dus.

In onze proef zagen wij derhalve het hart tweemaal zijne

---

*) Verg. de Aanm. tot proef N°. 2 en 3, Bijlage II A.

†) De eerste maal klemden wij niet den Truncus, maar één der 3 vertakkingen, namelijk den R. descendens. Toen scheen het hart langer in werking te zullen blijven, want de pulsaties waren wel trager, maar niet zwakker, toen na 1 min. klemmens het schuifpincet werd weggenomen.

pulsaties staken: eenmaal, plotseling met snellen overgang van beweging tot rust, de tweede maal langzamerhand, nadat verzwakking der contracties reeds eenigen tijd het naderend ophouden had aangekondigd. Ook de rustperioden, die zoo werden bereikt, waren in beide gevallen niet identiek.

De eerste, de voorbijgaande, wordt door eigenaardige bewegingen in den wand verlevendigd. De eerste secunden na de klemming ontbreken zij, maar weldra ontdekt men haar in de stilstaande kamers, waar zij spoedig zoo algemeen, zoo snel en zoo talrijk worden, dat zij den indruk verschaffen van een levendig gewoel. Voor de functie van het hart als motor van den bloedstroom gaan deze bewegingen verloren, want zij stuwen geen bloed in de arteriën. Het is eene periodieke peristaltiek, die locaal blijft, golvingen in den wand, die elkaar in alle richtingen kruisen. Dergelijke bewegingen zijn in het afstervende hart geen zeldzaamheid. Vulpian *) beschrijft haar herhaaldelijk onder den naam »undulaties" in zijne waarnemingen omtrent pulsatiën van het hart na den dood. Zelden treden zij echter zoo op den voorgrond als in onze proeven, gedurende de periode, die wij straks als die van den voorbijgaanden stilstand aanduidden. Ook onze voorgangers namen haar waar. Erichsen spreekt van »woelbewegingen", von Bezold van »wormvormige contractiën", Roussy van tremulaties, Cohnheim en von Schulthess-Rechberg van »wühlende und flimmerende Bewegungen" en eindelijk Newell Martin en Sedgwick van »incoördinate fibrillar contractions." Uit deze reeks van namen schijnt mij die van woelbewegingen in ons geval het verkieselijkst, de snelle opeenvolging en de intensiteit der undulaties maakt op den beschouwer den totaal-

*) Vulpian, Soc. de Biologie Févr. 1858, Gaz. Méd. 1858, p. 479, eene nauwkeurige beschrijving van dit verschijnsel in een geval van vergiftiging met curare bij eenen hond. Het hart van dit dier was 14 uur na de staking der kunstmatige ademhaling uit den thorax genomen en toen geobserveerd.

indruk van een levendig dooreenwoelen, zelfs al kent hij zeer wel het in den grond toch peristaltisch karakter der beweging. De betiteling woelbeweging duidt dus op contracties. die eene bijzonder snelle en levendige golving veroorzaken. Het woord undulatie blijft dan bewaard voor de gewone gevallen, waarin deze locale fibrillaire contractiën (in tegenstelling tot pulsatie als contractie en masse) slechts zeer zwak zijn.

De woelbewegingen, de intense, snelle undulaties, zijn niet het eenige karakteristieke van de eerste rustperiode. In het algemeen heeft het hart, wanneer het op eenige andere wijze zijne pulsaties heeft gestaakt, een tijd lang de eigenschap bij elke aanraking, bij elke prikkeling zijner oppervlakte, eene contractie uit te voeren, die dan volkomen typisch verloopt, d. w. z. massaal, krachtig, schoksgewijs en van boezems naar kamers gaande op de voor het zoogdier kenmerkende wijze. Later, zoo de tijd voor pulsaties voorbij is, wordt dergelijke prikkeling in elk geval nog beantwoord door eene locale contractie der door den prikkel getroffene spierbundels, die zich dan als een kam boven het niveau van de overige spier verheffen. Gedurende den, in onzen proeven verwekten, eersten stilstand daarentegen is het hart volkomen ongevoelig voor elken prikkel, reageert het daarop noch door pulsatie, noch door idiomusculaire contractie.

De tweede rustperiode, die blijvend zal zijn, die niet plotseling, maar sluipend intreedt, mist deze eigenaardigheden, zoowel de levendige undulaties, als de ongevoeligheid voor prikkels. Het orgaan verhoudt zich als elk ander afstervend hart.

Dit merkwaardig ophouden en weder hervatten der typische bewegingen vonden wij nu niet in elk der proeven zoo karakteristiek als in de proef, die wij in den text opnamen *). Soms ontbreken de latere pulsaties geheel of worden niet

---

*) Andere voorbeelden vindt men in: Proef vermeld in Bijlage III B. Proef N°. 2 in Bijlage IV, en misschien Proef N°. 2 en 3 van Bijl. II A. en Proef N°. 5 van Bijlage II B.

opgemerkt *), vaker ontdekt men vluchtige aanduidingen, korte reeksen van regelmatige systolen, die weldra wederom door absolute rust worden vervangen †).

Het herleven der pulsaties in boezems en kamers is dus inconstant, toch verschaft het ons den sleutel tot juistere opvattingen, dan tot dusver door anderen werden voorgestaan; het inconstante schaadt daaraan niet, draagt zelfs bij ter motiveering.

Von Bezold §) en zijne volgers schreven aan de bloedeloosheid van den hartwand het staken der kamerpulsaties toe, dat hun een paar minuten na de klemming verrastte. Ware dit juist, dan zouden nimmer zonder op nieuw toetreden van bloed de kamers hare regelmatige systolen kunnen hervatten. Want, hetzij dat gemis aan zuurstof spier en gangliën verlamt, of wel, dat ophooping van stofwisselingsprodukten eene vergiftiging van het orgaan te weeg brengt, in beide gevallen zou de stilstand blijvend hebben moeten zijn. Wij hebben derhalve in de proef, die wij boven beschreven, een feit leeren kennen, dat met de hypothese van von Bezold onmiddelijk in strijd is. Voeg daarbij, dat zich ook in de experimenten van genoemden schrijver zelven verschijnselen voordeden, die door zijne hypothese slechts zeer gewrongen **) kunnen worden toegelicht. Waarom b. v. openbaart zich, terwijl de oorzaak slechts op één hartshelft werkt, het effect op de bewegingen van het geheele hart? Niet één kamer, maar beide staan plotseling stil. Zoo zou men nog kunnen wijzen: op het voortkloppen van de boezems, terwijl de kamers stilstaan, op het iets vroeger sisteeren der linker kamer, onverschillig of men de A. cor. dextra

---

*) Als voorbeeld diene Proef N°. 1 van Bijlage II A.

†) Verg. Bijlage II B. N°. 2 en 3.

§) Het is mogelijk, dat von Bezold zelf iets van de ware toedracht van zaken heeft vermoed. Verg. daarover p. 23.

**) Eene poging daartoe doen Cohnheim – von Schulthess-Rechberg, p. 522.

of sinistra heeft afgeklemd, tegenstrijdigheden, die door de leer van von Bezold niet kunnen worden opgelost. Overweegt men daarnaast de opmerkelijke bijzonderheden, die wij in onze experimenten konden waarnemen, het plotselinge, onvoorbereide van den stilstand, zijn tijdelijk karakter, de ongevoeligheid van de hartspier voor prikkels, het geïncoördineerde der contracties (woelbewegingen), die later weer gecoördineerd (systolisch) werden, dan dringt dit alles tot eene geheel andere beschouwingswijze. Het herleven der kamerpulsaties is een analogon van het op nieuw beginnen der boezemsystolen, dat iets vroeger heeft plaats gehad. Beider beweging werd aanvankelijk niet vernietigd, maar slechts tijdelijk bedwongen: eene inhibitie derhalve. De uitwerking dier remming duurt alleen zooveel korter in de boezems, ontbreekt hier misschien bij geringe intensiteit van het proces. De grootere weerstand der boezems tegenover den bedwingenden invloed moge bevreemden, maar vindt die niet zijn analogon in het krachtiger weerstreven tegen stilking, verbloeding, in het zooveel langer doorkloppen der boezems van het afstervende hart? Wellicht echter is deze vergelijking te gewaagd en vonden wij slechts eene oppervlakkige overeenkomst tusschen twee verschijnselen, wier wezen ons volslagen onbekend is.

Dit inhibitieproces moet van nerveusen aard zijn, de omstandigheden waaronder en de verschijnselen waarmee het optreedt, wijzen daarop voldoende.

Nu rijst echter de vraag, wat hier het bedwingende moment is geweest. De klemming is de eenige factor, die overal aanwezig is, zoowel in von Bezold's proeven als in de onze. Dat de oorzaak der inhibitie dus daarin besloten moet zijn, is wel duidelijk, maar hoe en op welke wijze, kunnen wij met de beperkte gegevens, die wij tot nu toe vermeldden, niet beslissen.

Wanneer de hartstilstand, die in de proeven van von Bezold, Samuëlson, Cohnheim-Schulthess-Rechberg en ook in de onze werd waargenomen, niet aan den directen invloed

der ischaemie van den hartwand, maar aan een nerveuse inhibitie moet worden toegeschreven, is het niet meer onverschillig hoe wij voor het vervolg in soortgelijke experimenten de Aa. coronariae zullen sluiten. Dit eenvoudig door knellen met een klempincet te doen is stellig ongeoorloofd, omdat daarbij noodzakelijk allerlei nerveuse complicaties worden ingevoerd, die zeer wel het uitgangspunt van een vooralsnog niet nader bestudeerd inhibitieproces zouden kunnen zijn.

Voor ons doel is dus de methode van von Bezold ongeschikt. Zoeken wij naar een meer subtiele methode, naar eene wijze van proefneming, waarbij wel de Aa. coronariae cordis gesloten kunnen worden, maar zonder dat zooveel aanleiding gegeven worde tot nerveuse prikkeling van het vat en zijne omgeving. De methode van Erichsen biedt zich aan: krachtige snoering van weefsel is geringere mechanische prikkel dan knelling en rekking.

Wij laten hier de beschrijving onzer proeven, naar die methode genomen, volgen.

De voorbereidende operaties, die ons in staat moesten stellen kunstmatige ademhaling te onderhouden, den polsslag te registreeren en door te dringen tot het hart, blijven in Erichsen's proeven dezelfde als in die volgens von Bezold. Slechts eene enkele maal zal men eene andere wijze van registreeren aantreffen, die wij aanvankelijk meenden, dat de voorkeur zou verdienen. In dat geval bezigden wij namelijk eene aneroïde-manometer, die aan den eenen kant door eene gelede buis met de carotis was verbonden en aan de andere zijde door luchttransport met de tambour à lévier. De veranderingen in den bloedsdruk werden door dit apparaat gemeten, terwijl de sphygmoscoop haar slechts vluchtig aanduidt, maar dit voordeel wordt opgewogen door eigenaardige complicaties bij eenigszins aanzienlijke schommelingen. Daardoor dringt òf sol. carbonat. sodae in de vaten òf bloed in den manometer. Het laatste vooral is zoowel om het bloedverlies als om het grooter gevaar voor stolling zeer te betreuren.

Nadat het pericardium op de gewone wijze was geopend en bevestigd en de hartswerking wederom regelmatig was geworden, had de sluiting der A. coronaria aldus plaats: Door middel van eene kromme naald, met een naaldvoerder vastgehouden, of wel door eene aan de punt geoogde, gesteelde naald, werd snel een dunne zijden draad om de A. coronaria dextra of sin. gelegd. Zooals van zelf spreekt, omvat de lis ook de omgevende weefsels, o. a. altijd de begeleidende venae. De naald werd zoo spoedig mogelijk verwijderd en na een oogenblik toevens de lis toegesnoerd en dubbel geknoopt. Zooveel mogelijk deden wij de omstekingen achtereenvolgens links en rechts. Dikwijls bleek echter later, dat wij aan een van beide zijden geen doel hadden getroffen. Het toesnoeren had eerst na beide omstekingen plaats. Het hoofdbezwaar dezer manipulatie is gelegen in het bewegelijke, golvende van het operatieveld; men is daardoor niet geheel zeker van de plaats en de richting, waarin men steekt. Van daar dan ook, dat men de Arterie nu en dan mist en gedeelten van het naburige spier- en vetweefsel in den draad vat.

Wanneer dan op deze wijze de omsteking en de toesnoering van een der Aa. coronariae had plaats gehad, waren wij gewoonlijk reeds vrij spoedig in staat het al of niet slagen der afsluiting te erkennen. Zoo zij gelukt, verbleekt het betrokken vaatgebied na eenige oogenblikken *), de roode tint, die van het bloed in de kleine vaten en capillaria afhankelijk is, verdwijnt, de eigen kleur van de hartspier treedt op den voorgrond. Later wordt de kleur van de afgeslotene hartshelft weer donkerder, eerst gefonceerd bruin later paarsch-bruin en blijft aldus tot na den dood. Gaven deze kleurverschillen reeds eenige aanduiding, na afloop van de proef werd de volledigheid der afsluiting af-

*) In proef N°. 4. Bijlage IV bedroeg deze periode, waarin de arterie wel gesloten, maar het vaatgebied niet verbleekt was, ongeveer 30 sec.

doende beproefd door middel van injectie met Berlijnsch blauw, zooals wij dit p. 45 beschreven hebben.

Konijn. 1e Reeks B. Nº. 1.

Tenger konijn, lijdende aan diarrhoea. Curare (de reflexprikkelbaarheid was geruimen tijd belangrijk vermeerderd) Trachcotomie. In de carotis sin. wordt eene glazen canule gebracht, met den manometer verbonden door eene dikke caoutchouc-slang met glazen geledingen, gevuld met sol. carbonat. sodae 10 pct. De bloedsdruk bedraagt 105 mm. Hg., vertoont 106 polsslagen in 30 sec. en respiratieschommelingen van geringe amplitudo. Het aantal willekeurige ademhalingen bedraagt ± 18 in ½ min. Daarna wordt kunstmatige ademhaling ingesteld. De bloedsdruk daalt middelerwijl tot 95 mm. Hg.; de respiratieschommelingen worden veel aanzienlijker, ongeveer 20 per ½ min. Gedurende dienzelfden tijd 98 polsslagen. Bij het met elkaar in verbinding brengen van arterie en manometer verloor het dier een betrekkelijk vrij groote hoeveelheid, ± 1 cub. ctm. bloed, daar de begindruk in den manometer te laag was genomen.

De borstspieren worden aan haren sternaaloorsprong losgemaakt en op zijde geschoven. Boven en beneden wordt een draad onder het sternum doorgevoerd, met behulp van eene rechte naald. De beide draden worden op het sternum geknoopt en het corpus sterni er tusschen uitgesneden. Daarbij spuit een der A. mammariae, wordt echter spoedig gegrepen. Ter meerdere zekerheid worden nog draden om de ribben gelegd. Het pericardium in de mediaanlijn geopend en aan den thorax bevestigd.

De bloedsdruk bedraagt na de opening van den thorax 95 mm. Hg. en vertoont 43 pulsaties in ¼ min. De respiratieschommelingen zijn zeer gering.

De hartslag is volkomen regelmatig; er worden dus toebereidselen gemaakt tot de omsteking. Deze geschiedde op de volgende wijze: de auricula sin. werd met een stompe haak naar links, de bulbus pulmonalis naar rechts verschoven; daarop werd een gewoon fijn naainaaldje, in de vlam vrij spits omgebogen, onder de arteria cor. sin. doorgevoerd en met den draad doorgehaald.

Gedurende de omsteking daalt de bloedsdruk van 95 tot 90 mm. Hg., de frequentie van den hartslag van 43 tot 24 pulsatiën in ¼ min. In de 3 volgende minuten daalt de bloedsdruk gaandeweg tot 80 mm. Hg., de frequentie stijgt daarentegen tot 32 per ¼ min. Deze laatste frequentie bezitten de pulsatiën onmiddelijk voor de sluiting der arterie, die 3 min. na de omsteking plaats heeft.

1e min. na toesnoering:	bloedsdruk 80 mm. Hg., frequentie 32 à 33 in ¼ min.
2e min. na toesnoering:	bloedsdruk 70 mm. Hg., frequentie 32 à 33 in ¼ min.
3e min. na toesnoering:	1e helft, bloedsdruk 65 à 60 mm. Hg., verlangzaming tot 2 puls. in 5 sec. 2e helft, bloedsdruk 100 mm. Hg., frequentie 24 in ¼ min.
4e min. na toesnoering:	bloedsdruk 82, frequentie 25 in ¼ min.
6e min. " "	" 72, " 24 "
8e min. " "	" 60, " 27 "
10e min. " "	" 50, " 29 "
12e min. " "	" 50 à 55, " 28 "
13e min. " "	" 40 à 45, " 29 "
14e min. " "	1e helft bloedsdruk 30, frequentie 23 in ¼ min. 2e " " 55, " 23 "

Deze waarden, van de curven afgelezen, vergezellen de volgende direct waargenomene verschijnselen.

Onmiddelijk na de toesnoering verbleekt de punt en ongeveer $^2/_3$ van de linker kamer, om na 1½ min. vlekkig paarsch te worden en dit te blijven totdat na ongeveer 10 min. de kleur meer overeenkomst gaat vertoonen met het overig gedeelte van het hart.

Nu en dan blijven een paar contracties uit, zonder dat hare invloed in de curve zichtbaar is (de diastole van een paar contracties was bijzonder lang). Ongeveer 1 min. na de toesnoering namen wij eene bijzonder lange pauze waar, die evenwel zonder verdere stoornis voorbijging en zich evenmin in het tracé afteekende. Een paar min. later is niet alleen de diastole soms verlengd, maar worden de gewone schoksgewijze pulsatiën nu en dan afgewisseld door een reeks contracties, die min of meer het karakter van jukbewegingen hebben. Onder dezen naam verstaan wij namelijk het volgende. Terwijl boezems en rechter ventrikel op de gewone wijze doorkloppen, voert de linker kamer daarmee isochroon contracties uit, waarbij zij zich niet in haar geheel in eens samentrekt, maar eerst het eene, dan het andere gedeelte. Deze wijze van contraheeren onderscheidt zich van de undulatie en woelbeweging doordat de eerste de holte van de kamer verkleindt, de laatste daarentegen dit lumen geheel onveranderd laat en zich slechts tot den wand bepaalt.

De toestand blijft voorloopig dezelfde; ondertusschen wordt het hart door bevochtigen met keukenzoutoplossing van 6 pro mille voor uitdroogen bewaard. De rechter ventrikel valt tijdens diastole een weinig samen,

De bloedsdruk nam in de eerste 10 min. na de toesnoering geleidelijk af, totdat hij op ongeveer 30 mm. Hg. was gedaald. Om dit niveau bleef hij schommelen, totdat de hartstilstand optrad. In deze regelmatige daling had tweemaal stoornis plaats, doordat carbonas sodae in de vaten drong, nl. 2½ en 13½ min. na de toesnoering. Het dier maakte daarbij heftige bewegingen met den romp. De bloedsdruk steeg dan plotseling omhoog in het eerste geval tot 100, in het tweede geval tot 55 mm. kwik. Telkens ging eene daling vooraf, samenvallend met eene tijdelijke verlangzaming van den pols.

De hartstilstand trad op de volgende wijze op:

39½ min. na de toesnoering verflauwen plotseling de contracties en sterven weldra geheel uit. Er kan echter nog telkens één pulsatie worden opgewekt door opdruppelen van NaCl-solutie of door druk van het diaphragma tegen het hart.

41½ min. na de toesnoering gelukt het door krachtige kunstmatige ademhaling weer spontane pulsatiën op te wekken, eerst 9, later 14 in ¼ min. Zij worden echter spoedig onregelmatig en zeer langzaam. Manometer in 't ongereede geraakt.

51½ min. na de toesnoering maken deze sporadische contractiën plaats voor woelbewegingen, duidelijker rechts dan links. Nu zwelt de rechter ventrikel op, later ook eenigermate de linker. De kunstmatige ademhaling wordt gestaakt. De undulaties worden langzamer, 17 per min. Zij blijven zich nog ongeveer een half uur een paar maal in de minuut vertoonen.

Injectie van de Aorta ascendens uit, leert, dat alleen de Ramus circumflexus der A. cor. sin. gesloten is geweest, maar ook, dat het afgesloten gebied geen arterieele anastomosen bezat met het overige vaatstelsel.

Wanneer wij voorloopig van bijzonderheden afzien, bewijst dit experiment in elk geval de mogelijkheid, dat een hart, waarvan de wand gedeeltelijk aan de circulatie onttrokken is, nog meer dan een half uur kan blijven voortkloppen. Gedurende al dien tijd vervult het zijne functie als motor van den bloedstroom vrij goed, blijkens de bloedsdruk, die wel is waar aanzienlijk daalt, maar toch nog tot het laatste toe 50 mm. Hg. blijft bedragen, hetgeen ongeveer de helft is van de drukhoogte, die aanvankelijk bij de opening van den thorax werd waargenomen. De uitslag van de proef bevestigt dus volkomen de mededeeling

van Erichsen. Wij vereenigen hier nog enkele van dergelijke experimenten, met het bovenstaande, in een tabel; de protocollen bevinden zich in Bijlage II B.

Bijlage II B	Toestand v. h. dier voor de proef.	Intoxicatie.	Afgesloten vaatgebied.	Tijdsverloop tusschen afbinding en stilstand der kamers.
N°. 1 (in text opgenomen).	tenger dier	curare	R. circumflexus a. cor. sin.	40 min.
N°. 2.	tenger dier	curare	A. cor. sin.	fractie van eene minuut
N°. 3.	krachtig dier	—	A. cor. dextra	8 min.
N°. 4.	krachtig dier	—	R. circumflexus a. cor. sin.	30 mm. (willekeurig gestaakt)
N°. 5.	krachtig dier	—	geen der arteriën afgebonden	9 min.

Gelijk men uit de tabel kan aflezen, bleef ook in proef N°. 4 het hart zeer lang werkzaam. Het afgesloten vaatgebied was daar echter, evenmin als in het geval, dat wij boven omschreven, zeer groot, doch groot genoeg om, zoo het eens plotseling niet aan de contractie van de kamer deelnam, eene belangrijke stoornis in de beweging van den bloedstroom te weeg te brengen. De systole immers zou dan zeker niet in staat zijn eenige noemenswaardige hoeveelheid bloed in de aorta te stuwen, de groote bloedsomloop zou terstond, de kleine weldra onmogelijk worden. Die beperktheid van het ischaemische gebied, geldt niet voor Proef N°. 3, waar de wand van den geheelen rechter ventrikel volkomen buiten de circulatie was gesteld. Daar was de periode, gedurende welke de systolen nog na de afbinding bleven bestaan, daarentegen aanmerkelijk korter. Toch is zij van veel langer duur dan bij von Bezold en Samuëlson, waar het hart reeds binnen de $2^1/_2$ min. stilstond. Bovendien is het meer dan waarschijnlijk, dat hier

eene complicatie in het spel is geweest. De stilstand had namelijk plaats onmiddelijk na het aanraken en wrijven van het hart met een koud, stalen voorwerp (sleufsonde); hij trad plotseling op, niet voorbereid door een langzaam verflauwen der contracties. Dat het hier in geen geval de ischaemie is geweest, die den stilstand bewerkte, springt vooral in het oog, wanneer men de proef vergelijkt met N°. 5 der tabel. Legt men de processen-verbaal van deze twee experimenten, van N°. 3 en N°. 5, naast elkaar, dan ontwaart men, dat zij in alle opzichten pendanten zijn. De kamers staken in beide gevallen, na evenveel tijd en op dezelfde wijze hare pulsaties; dan vertoonen zij woelbewegingen; later verschijnen weer spontane contracties, in proef N°. 3 slechts nu en dan, in korte reeksen, in proef N°. 5 eenige minuten achtereen. Wezenlijke verschillen in het verloop dezer verschijnselen doen zich hier niet voor, alleen een gering graduëel onderscheid. En toch was in proef N°. 3 de A. cor. dextra en haar stroomgebied voor bloed geheel ontoegankelijk, terwijl in proef N°. 5 toevallig geen enkel vat door de omsteekingen was gesloten. De verschijnselen, aan beide gemeen, kunnen dus moeielijk van de circulatie afhankelijk zijn geweest.

Hoe het ook zij, wanneer wij eene keus moeten doen tusschen de resultaten van von Bezold aan de eene en die van Erichsen aan de andere zijde, dan aarzelen wij geen oogenblik om ons op grond van boven bedoeld 5tal proeven onvoorwaardelijk bij den laatste aan te sluiten. Dit staat in elk geval vast, dat het hart met onderbondene Aa. coronariae nog tal van minuten pulseeren kan.

Grove, bekende complicaties, als verbloeding en dergelijke, daargelaten, is stilstand van het hart, kort na de toesnoering in onze proefreeks uitzondering. In die van Cohnheim en von Schulthess-Rechberg daarentegen, ook waar de experimenten op konijnen plaats hadden, was deze verhouding een constant doorgaande regel. Van daar dan ook, dat die onderzoekers in de dwaling vervielen, dat de vroege stilstand,

aan het afsnijden van den bloedstroom in den hartwand moest worden toegeschreven, terwijl wij boven zagen, dat onder die omstandigheden een dergelijke stilstand eerst na 9, ja na 30 à 40 min. optreedt. Daar Cohnheim en von Schulthess-Rechberg eenigszins uitvoerige proefverslagen niet gegeven hebben, kunnen wij moeielijk beoordeelen, welke complicatie bij hen de oorzaak van het plotseling ophouden der pulsaties is geweest. In een experiment, dat als proef N°. 2 in de tabel en in Bijlage II B is opgenomen, ontmoeten wij echter een geval, dat, naar het ons toeschijnt, een analogon is van de experimenten in het Path. Anat. Laborat. te Leipzig ondernomen. De uitslag is namelijk, hoewel nog meer éclatant, nagenoeg dezelfde. Wij deden tweemaal bij hetzelfde dier eene omsteking van de A. cor. sin., waarvan de laatste in zooverre doel trof, dat zij den hoofdstam omvatte, maar tevens door eenigszins ruw manipuleeren de omliggende weefsels sterk kneusde. Het gevolg was, dat de pulsaties der kamers bijkans oogenblikkelijk na de toesnoering werden gestaakt. Wij hebben aangetoond, dat de ischaemie van een gedeelte van den hartwand niet noodzakelijk de oorzaak van dit verschijnsel is, ja, dat zulk een vroege hartstilstand slechts bij wijze van uitzondering met de omsteking en toesnoering van eene A. coronoria samenvalt. Het zou dus volkomen willekeurig zijn, om dan nog aan de ischaemie hierbij eenen eenigszins belangrijken invloed toe te kennen en er zal dus naar andere oorzaken moeten worden gezocht.

In verband met onze ervaringen bij de klemproeven opgedaan rijst terstond het vermoeden, dat misschien de mechanische beleediging van de coronairstreek als een dier oorzaken moet worden beschouwd. Wel is waar weten wij, dat het hart vrij aanzienlijke verplaatsingen en tamelijk ruw aanraken gemakkelijk verdraagt. Men behoeft de protocollen maar door te bladeren om daarvan spoedig overtuigd te worden. Zelfs het insteken van de naald en het voorzichtig doorhalen van den draad veroorzaakt meestal

geene of slechts eene zeer vluchtige stoornis. Maar aan den anderen kant hebben wij hier, in Proef N°. 1, met eenen zeer heftigen mechanischen prikkel te doen. Daar nu, voor zoover wij konden nagaan, deze prikkel naast de ischaemie van een gedeelte hartwand het eenige bekende moment is, dat op het oogenblik van de toesnoering op het hart werkte, worden wij er toe gedrongen voorloopig in dien prikkel de oorzaak van den stilstand te zien.

Langs tweeërlei wegen zijn wij dus door de analyse en vergelijking der feiten tot de onderstelling gevoerd, dat de mechanische beleediging van de omgeving der vaten soms eenen bedwingenden invloed op de hartswerking uitoefent. Zonder twijfel vloeit zij ongedwongen uit de onbevangen waarneming der verschijnselen voort. Maar er is volstrekt nog niet bewezen dat zij strooken zou met de eigenschappen van het hart, voor zoover zij overigens bekend zijn. Wij zullen trachten haar daarmee in samenhang te brengen en dientengevolge ook eenig inzicht te verkrijgen in de wijze, waarop de kneuzing als oorzaak, de stilstand als gevolg onderling samenhangen.

Om den mogelijken invloed eener kneuzing van de atrioventriculairgrens op het hart, geïsoleerd van andere momenten, te leeren kennen hebben wij op het hart directe prikkels van allerlei aard laten inwerken. In de eerste plaats mechanische prikkels, waarvan wel het aanraken de eenvoudigste en minst ingrijpende is. Hetzij zij geschiedt met een of ander stomp instrument, of met een spons, of wat ook, steeds ziet men eene geringe onregelmatigheid in de hartswerking het gevolg wezen. De diastole, die onmiddellijk op de aanraking volgt, strekt zich bijv. met inbegrip van de hartpauze over een dubbel zoo lange tijdsruimte uit, dan bij het voorafgaande en later weer herstelde tempo het geval is. De tweede diastole duurt nog $1^1/_2$ maal te lang. De derde daarentegen vertoont dikwijls geen spoor meer van eenige stoornis. Met deze verlenging der distole hangt eene sterkere diastolische daling te zamen, die in hooge mate bij den eersten, in mindere

mate bij den tweeden slag merkbaar is. Op die grootere daling volgt dan eene des te sterkere verheffing. Heeft deze geringe verandering in den rhythmus plaats gehad, dan vervolgt het hart zijne pulsatiën op volkomen dezelfde wijze, als het dit te voren deed. Belangrijk kan men dus in gewone omstandigheden de gevolgen van eenvoudige aanraking van het met pericardium bedekte hart niet noemen. Zelfs wanneer men het pericardium in een plooi opneemt en met een schaartje over een kleine uitgestrektheid, tegelijk met een stukje myocardium wegknipt dan geeft deze handeling, waarbij toch ook het spiervleesch wordt beleedigd, evenmin noemenswaardige stoornis *). Zij teekent zich in de sphygmoscopische curve bijkans niet af.

Hetgeen hier werd meegedeeld gold voor indifferente plekken van de voorvlakte van het hart en dus rijst de vraag, of er wellicht plaatsen aan de oppervlakte gevonden worden, die men minder straffeloos kan aanroeren. Het vermoeden ligt voor de hand, dat iets dergelijks met de atrioventriculairgrens het geval zou kunnen zijn. De ondervinding bevestigt dit evenwel niet, voor oppervlakkige aanrakingen is deze streek even weinig gevoelig als elke andere. En, wat diep in de spier dringende mechanische prikkels aangaat, ook deze hebben bij korten duur althans slechts geringe uitwerking. Om dit na te gaan brenge men bijv. eenen dunnen draad onder de vasa coronaria heen en trekke nu en dan aan de lis. Daardoor zal natuurlijk de atrioventiculairgrens op deze plaats in al haar lagen aan eenen lichten druk en eene geringe rekking worden onderworpen. Wanneer dit aantrekken slechts kort en zacht geschiedt, zal het effect hoegenaamd niets verschillen van hetgeen door eenvoudige aanraking van het pericardium verkregen wordt. Zoo men de prikkel evenwel op dezelfde wijze een tijd lang achtereen laat inwerken, kan het wezen,

*) Bijlage II B, N°. 4.

dat daardoor het hart tot stilstand wordt gebracht. Zoo troffen wij het eens aan in een experiment, waarbij wij met een ander doel den R. descendens a. cor. sin. dicht bij zijnen oorsprong hadden omstoken en er een dunnen zilverdraad om heen hadden gevoerd. Daarbij was eene bloeding ontstaan, die zich liet stelpen door voorzichtig aan den wand te trekken. Om die reden hielden wij dit een tijd lang vol, toen wij plotseling te midden van regelmatige pulsaties door onvoorzienen hartstilstand werden overvallen. Sedert de omsteking was op dat oogenblik $1^1/_2$ min. verloopen, waarvan ongeveer de grootste helft, terwijl de draad gespannen werd. Zoodra lieten wij nu den draad niet los of terstond hervatte het hart zijne pulsaties met vrij snel tempo *). Dit geval geeft niet geheel zuiver den invloed van langdurige druk en rekking der atrio-ventriculairgrens aan, omdat de draad ook een deel van den wand van den bulbus pulmonalis in zijne lis had opgenomen en hier dus ook mechanische prikkeling van het endocardium bij in het spel kan zijn. Voor ons doel doet dit evenwel weinig ter zake, daar wij de hier verkregen resultaten steeds onder omstandigheden zullen hebben toe te passen, waarin menigmaal ook het endocardium betrokken zal zijn †). Veroorzaakt dus mechanische irritatie van de omgeving der vasa coronaria soms op den langen duur staking der pulsatiën, bij grootere intensiteit kan zij haar onmiddelijk met zich slepen.

Een voorbeeld hiervan ontmoeten wij in een experiment, waarbij wij ons door een venster in den thorax aan te brengen, toegang tot het hart verschaft hadden en waar wij nu de omsteking der A. cor. sin. op de gewone wijze uitvoerden. Het hartoor werd met een stomp pincet gegrepen en door middel van eene aan de punt gebogde naald een zil-

---

*) Bijlage II. C. N°. 1.

†) Volgens Virchow. Ges. Abh. p. 230, is de binnenvlakte van het hart trouwens slechts weinig gevoelig. Verg. het artikel van Dr. de Jager onlangs in Pflüger's Archiv.

verdraad onder de Arterie doorgehaald. Daarna moest de draad aan de andere zijde met een pincet gevat worden, iets wat ditmaal zeer mocielijk ging en niet zonder belangrijke kwetsing van de omgeving gelukte. Voor dat het instrument nog teruggenomen is, terwijl de naald de arterie nog omvat houdt, dus eenige seconden na de kneuzing, staat het hart plotseling stil en verschijnen in de diastolische kamers levendige woelbewegingen. Oogenblikkelijk worden èn naald èn zilverdraad verwijderd. Na een halve min. ongeveer herstelt zich het hart, de woelbewegingen houden op, het begint weer langzaam, aanvankelijk nog zwak, te pulseeren *). Gelijk men ziet, zijn dus zoowel langdurige geringe, als kort inwerkende, zeer intense, diepe prikkels voor de beweging van het hart zeer noodlottig †). 't Is nu wederom de vraag of zij dit in de voorbeelden, die wij aanvoerden, wel geheel ongecompliceerd waren, of wij m. a. w. het resultaat wel uitsluitend aan den diep in het weefsel dringenden prikkel mogen toeschrijven. Wel is waar werd in beide gevallen door den drukkenden en kneuzenden draad vermoedelijk de R. descendens A. cor. sin. dichtgedrukt en het ware nu denkbaar, dat de ischaemie in dit gebied tot den stilstand zou hebben medegewerkt. Op zich zelf is ischaemie van een gedeelte hartwand wel niet in staat eene zoo groote stoornis als het geheel doen verdwijnen der pulsaties te weeg te brengen, maar met hulp van andere momenten zou zij dit wellicht vermogen. Deze onderstelling wordt echter belangrijk verzwakt, wanneer men bedenkt hoe korten tijd die R. descendens afgesloten was, het geldt hier slechts eenige secunden, wat voor het tot stand komen van een chemischen invloed toch wel wat te kort is.

---

*) Bijlage II C. N°. 2.

†) Een analogon hiervan is hetgeen W. Vignal (Arch. d. phys. norm. et path. 1881, p. 694) vond voor het hart der Saurii: Dit staat door een krachtigen mechanischen prikkel op boezem of kamer geapplicеerd plotseling stil.

Het brengen van een druppel azijnzuur op de oppervlakte van het hart, hetzij dat men daartoe een willekeurige plaats van de voorvlakte, of wel de regio coronaria kiest, heeft geen anderen invloed op den motus cordis als elke aanraking met zich brengt en wij boven beschreven hebben. Dit bevreemde ons zeer, daar het sterke azijnzuur, dat wij gebruikten, voor de meeste weefsels een heftige prikkel is. Brengt men het b. v. op de mucosa der vesica fellea, dan veroorzaakt het de dieren eene verschrikkelijke pijn *). Om het zuur verder toegang tot het myocardium te verschaffen, namen wij ergens aan de voorvlakte het pericardium viscerale in eene plooi op, knipten het weg en brachten eenen druppel azijnzuur op de wonde plek. Het effect beantwoordde evenmin aan onze verwachtingen. Wél zagen wij nu eene duidelijker verlangzaming van het tempo dan bij eenvoudige aanraking: de verlenging der diastole was gedurende 5 à 6 slagen zeer merkbaar, overschreed $1^1/_2$ à $2^1/_2$ maal den gewonen duur dezer periode, en liet in het volgende 5-tal pulsaties nog hare sporen achter †); maar van groote beteekenis was de wijziging toch niet.

Een andermaal spoten wij met een Pravaz's spuitje een of twee druppels sterk azijnzuur midden in het spiervleesch, niet ver van de hartpunt. De pulsaties werden voorbijgaand sneller en krachtiger, maar daarbij bleef het, eene andere uitwerking werd niet gezien. De plaats, waar het zuur wordt geappliceerd doet niets ter zake, de coronairstreek is al even weinig vatbaar voor dit soort van prikkels §).

Grijpen wij daarom tot een ander middel, tot calorische prikkels. Het gemakkelijkst zullen wij deze kunnen aanbren-

---

*) Charcot. Maladies du foie et des reins. Paris 1877, p. 145.

†) Bijlage II B. N. 4.

§) Wij besluiten dit uit analogie, bij den hond onderzochten wij de atrioventriculairgrens op dit punt; door een toeval werd het voor het konijn verzuimd.

gen met behulp van den thermocautère van Paquelin. Zoodra men met de roodgloeiende stift het hart nadert, begint het tengevolge van de stralende warmte sneller en krachtiger te kloppen. Schroeit men daarop de omtrek van de basis, hetzij oppervlakkig of wel iets dieper, dan ziet men soms geenerlei gevolg *), soms echter worden de pulsaties vervangen door levendige woelbewegingen †). Het laatste is een buitengewoon merkwaardig resultaat, dat geheel past in het kader onzer beschouwingen. Wij zagen het behalve bij eene ander diersoort §), bij een konijn, welks hart wij links, naast den Bulbus pulmonalis, zeer oppervlakkig, met den roodgloeienden cautère aanraakten. Om het hart des te beter te kunnen observeeren openden wij, zoodra wij woelbewegingen zagen, den thorax ruimer, doch er ontstond door die handeling eene zeer abundante bloeding, gedurende, vermoedelijk ook door welke het hart weer op nieuw ging pulseeren.

Wij zouden met deze laatste waarneming, die toch in elk geval de mogelijkheid aantoont om door prikkeling van de streek naast den Bulbus pulmonalis staking der hartpulsatiën te weeg te brengen, zeer tevreden kunnen wezen, ware het niet, dat de ondervinding ons tegelijkertijd ook het inconstante van het verschijnsel had geleerd. Opdat de bedoelde prikkel het gevolg hebbe, dat wij straks beschreven, schijnen voorwaarden vereischt te worden, die niet overal vervuld zijn. Welke die voorwaarden zijn is ons onbekend. Het ware zonder twijfel zeer wenschelijk in dit opzicht een opzettelijk onderzoek in te

---

*) Bijlage II C, N°. 3.

†) Bijlage II C, N°. 4.

§) Bij een pasgeboren katje plaatsten wij eene glociende sonde op de omgeving van den oorsprong der A. cor. sin. Nadat het cauterium eenige secunden geappliceerd was, en het reeds bezig is af te koelen, plotseling stilstand met woelbewegingen. Na eenige oogenblikken herleven de pulsaties. Later werd de proef nog eens herhaald.

stellen. Tot op dit oogenblik ontbrak ons daartoe de tijd. Wij zijn er ons evenwel ten volle van bewust, dat zoolang zulk eene nasporing niet heeft plaats gehad er altijd iets duisters in dit verschijnsel zal opgesloten blijven.

Nog een vierde wijze van prikkeling van de omgeving der vasa coronaria hebben wij beproefd, namelijk die door inductiestroomen. Zij voerde ons op een terrein zoo vol moeielijkheden, waarvan wij nog slechts een klein gedeelte hebben weggeruimd, dat wij liever onze waarnemingen daaromtrent geheel verzwijgen, dan den lezer deelgenoot te maken van onze vermoedens en twijfelingen, die met betrekking tot ons eigenlijk onderwerp niets of weinig ter zake doen. Alleen zij hier vermeld, dat zwakke inductiestroomen, op welk punt der oppervlakte of in de diepte van de spier, ook aangewend, zeer geringe wijzigingen in de pulsatiën brengen. Sterke stroomen oefenen daarentegen eenen zeer belangrijken invloed, doch gaven ons tot nu toe zeer dubbelzinnige resultaten.

Ons onderzoek naar de wijze, waarop het hart zich verhoudt, wanneer het door mechanische, chemische, calorische of electrische prikkels direct wordt getroffen, hetzij dan ter plaatse van de vasa coronaria of ergens op eene indifferente plek, heeft in elk geval geleerd, dat het hart, meer in het bijzonder de kamers, daardoor *soms* tot stilstand kan worden gebracht. De omstandigheden waaronder dit geschiedt, hebben wij tot nu toe niet kunnen uitvorschen. Er bestaat echter grond om te vermoeden, dat deze onbekende omstandigheden soms in onze proeven verwezenlijkt waren. Vroege staking der pulsaties had immers juist daar plaats, waar dergelijke prikkels op het hart inwerkten en liet op zich wachten waar de prikkels ontbraken.

Combineert men dit resultaat met het andere gegeven; dat wij uit onze proeven hebben afgeleid: »*dat anaemie van een gedeelte van den hartwand zeer wel een vrij lang voortkloppen toelaat*," dan komen wij terstond tot de slotsom, dat de proeven vroeger door Schiff en von Bezold en in de

jongste tijden door Cohnheim en von Schulthess-Rechberg ondernomen, eigenlijk zeer samengestelde experimenten zijn over de ontvankelijkheid van het hart voor prikkels en de gevolgen daarvan. Ook wij troffen in onze beide proefreeksen enkele aan, die als zoodanig mochten worden geduid en met de proeven onzer voorgangers konden worden vergeleken. Wat bij dezen echter constant resultaat was, stilstand binnen een paar min., zoowel bij knelling als omsnoering, kwam bij ons slechts inconstant voor en het bleef ons duister waarom.

Wanneer wij ons afvragen, wat wel de tusschenschakels zouden zijn tusschen den prikkel, dien wij zagen aanbrengen en de uitwerking, die zich een paar minuten later vertoonde, dan kan het niet anders of wij moeten ons de elementaire processen denken, die eenen reflex samenstellen. Aangrijpingspunt van den prikkel zullen hoogstwaarschijnlijk de zenuwen zijn, die de vaten vergezellend en omslingerend in de coronairstreek verloopen. In elk geval denken wij ons daarna den prikkel voortgeplant naar een centrum, waar of van waaruit eene inhibitie van den motus cordis kan tot stand komen. Welk gevoelen men nu ook verder is toegedaan, of men de hartpulsatiën haren oorsprong laat nemen in een automatisch centrum, dat tegelijkertijd ook haar eenen rhythmus verschaft, of wel, dat men in het rhythmische en gecoördineerde eene eigenschap van de hartspier zelve ziet en het centrum dus alleen voor eenen voortdurenden prikkel laat zorgen, steeds zal dit automatische centrum direct of indirect het eindpunt van den reflex zijn, dien wij boven bedoelden. Zoo zal onze beschouwing moeten wezen, willen wij althans niet geheel met geldende leerstellingen breken. Bij deze opvatting is het volkomen onverschillig of wij tusschen aangrijpingspunt en eindstation van den reflex veel of weinig tusschenschakels aannemen, of het centrum, waarheen de oorspronkelijke prikkel wordt voortgeplant en het automatische centrum samenvallen dan wel door lange zenuwbanen gescheiden zijn.

Dit althans kunnen wij vaststellen, dat de sympathische

halsgangliën niet in deze geleidingsbaan zijn ingeschoven, omdat de reflex even goed bij doorgesneden vagi en sympathici plaats heeft als wanneer deze zenuwen gaaf zijn. Andere extracardiale gangliën in den Plexus cardiacus of lager in de grensstreng van den sympathicus gelegen kunnen evenwel niet met dezelfde zekerheid worden uitgesloten.

Tegen deze opvatting van den stilstand door reflex bestaat echter een bezwaar: Tusschen het begin van den prikkel en het zichtbaar worden van het effect ligt eene vrij groote tijdsruimte, soms 1, soms 2 minuten. Die periode als latente periode strictiori sensu te beschouwen is niet geoorloofd, want nu en dan hebben wij gevallen ontmoet, waar slechts eenige secunden verliepen tusschen afsnoering (resp. knelling) en stilstand. Trouwens de wisselende lengte der periode zou het vermoeden stellig niet ondersteunen, ook al hadden de variaties binnen engere grenzen plaats. Nu zijn er evenwel twee andere, meer waarschijnlijke mogelijkheden.

Vooreerst kan de prikkel op zich zelf onvoldoende zijn om reflectorisch eene inhibitie te weeg te brengen, doch voldoende, zoo eenige prikkels zich in het centrum hebben gesummeerd. In de proeven ontmoeten wij nu en dan verhoudingen, die daarvoor pleiten.

Aan den anderen kant is het zeer wel mogelijk, dat de reflexprikkelbaarheid, of liever de prikkelbaarheid der zenuwen en centra die de reflex moet passeeren, eerst onvoldoende, na een paar min. groot genoeg is om bij gelijkblijvenden, oorspronkelijken prikkel eene remming tot stand te doen komen. Dat dit laatste in onze proeven het geval is, daarvoor bestaat werkelijk groote waarschijnlijkheid. In de meeste en juist in diegenen, waar de stilstand het snelst optrad, bestond immers steeds anaemie van een gedeelte van den hartwand en wel meer in het bijzonder van dat gedeelte, waarin ook de prikkel aangreep. Wellicht dat de ischaemie in casu, als in het centraal zenuwstelsel, voorbijgaande de prikkelbaarheid verhoogt. Deze hypothese werd ook door von Bezold te hulp geroepen, toen het gold den bedwin-

genden invloed van maximale verhooging van den bloedsdruk te verklaren *). Ware deze onderstelling juist, dan zou in een van bloed beroofd hart of hartgedeelte door eenen geringeren prikkel hetzelfde bereikt worden, waartoe anders een veel grootere gevorderd wordt. Op die wijze ware veel duisters in onze proeven opgehelderd en was tegelijkertijd hunne wisselende uitkomst verklaard. Nu eens onwerkzaam zijn van krachtige prikkels, omdat ischaemie ontbreekt, dan weer straffeloos verdragen van gedeeltelijke bloedeloosheid, omdat de prikkel afwezig of te gering is om eenig gewicht in de schaal te leggen.

De experimenten van Schiff, von Bezold en Cohnheim en von Schulthess-Rechberg zijn derhalve onderzoekingen naar de gezamenlijke uitwerkingen van ischaemie en prikkeling. Hunne uitslag werd ten onrechte toegeschreven aan de ischaemie alleen. Toevallig waren sommige van onze proeven minder samengesteld en geven een paar maal vrij zuiver den invloed van bloedeloosheid aan. De oorzaak hiervan is misschien in het ras konijnen gelegen, wier reflexprikkelbaarheid gering is; misschien ook daaraan toe te schrijven, dat wij steeds krachtige, niet door vroegere operaties uitgeputte dieren gebruikten. Hoe het zij, wat ook de bron voor de verschillen tusschen onze voorgangers en ons zelven geweest moge zijn, dit staat vast, dat ondanks volkomene arteriëele anaemie van den wand eener geheele hartshelft, de motus cordis onveranderd voort kan gaan. Hoe lang de pulsatiën onder die voorwaarden nog zullen duren? Zeker langer dan 2 à 3 minuten, maar hoeveel minuten het maximum bedraagt, dat onder gunstige omstandigheden bereikt zou kunnen worden, kan uit onze proeven niet worden afgeleid.

Wanneer men een dier in de verhoudingen brengt, waarin onze proefdieren verkeerden, het den thorax opent, het hart

*) Von Bezold, o. c. p. 280.

blootlegt en dit orgaan dan nu en dan aanraakt, verschuift, opligt, voorts verzuimt het dier of ten minste het hart te verwarmen, dan vertoont het desniettegenstaande nog ongeveer 4 uren eene regelmatige en vrij krachtige hartwerking *). Zoo volhardend was het hart in onze experimenten niet. Het langst duurden de pulsaties nog in de proef, die wij in den text hebben opgenomen, d. i. 40 min. Omtrent de oorzaken van dien toch nog altijd te vroegen stilstand, kunnen wij echter niet wel meer dan zeer vage gissingen wagen.

---

*) Bijlage II. C. N°. 5.

HOOFDSTUK IV.

De experimenten, die wij in het vorige hoofdstuk beschreven, zullen, zoo wij er althans een algemeen feit uit willen afleiden, dat met name ook op den mensch toepasselijk is, op meerdere diersoorten genomen moeten worden. In dit hoofdstuk wenschen wij eenige proeven mee te deelen, die op honden geschiedden.

Wij zagen vroeger van hoe overwegend belang, hier in het bijzonder, eene doelmatige methode van onderzoek is. Iedere methode, waar de ischaemie met mechanische prikkeling verbonden is, bleek ons verwerpelijk. Maar tegelijk werd ons de moeielijkheid, ja de onmogelijkheid duidelijk, om mechanische prikkels geheel buiten te sluiten en wij kwamen meer en meer tot de overtuiging, dat een volkomen zuiver resultaat in dit soort proeven onbereikbaar is. De eene wijze van handelen is evenwel, al is geen enkele onberispelijk, minder onvolkomen, dan de andere.

Vrij goede resultaten verkregen wij volgens de methode van Erichsen en het ligt voor de hand deze hier te beproeven. Te meer, daar het omsteken en opvolgend toesnoeren der Aa. coronariae op volkomen dezelfde wijze verricht als Erichsen dit in der tijd deed, aan Fransche en Duitsche onderzoekers onlangs zeer opmerkelijke uitkomsten gaf. Gelijk wij in ons historisch overzicht hebben meegedeeld, strooken bedoelde uitkomsten in geenendeele met de waarnemingen van vroegere, nauwgezette onderzoekers,

o. a. zijn zij in lijnrechten strijd met de observatiën van Panum. De tegen elkaar indruisende beweeringen gronden zich op experimenten op honden en het is daarom van belang voorloopig dezelfde methode van proefneming te kiezen als onze voorgangers. Het vat te omsteken en daarna krachtig toe te snoeren is trouwens, wanneer men mechanische prikkeling wil voorkomen, doelmatiger dan de arterie vooraf met stompe instrumenten te isoleeren en dan af te binden, of, zooals Roussy soms deed, af te knellen met een pincet. De omsteking heeft echter het nadeel, dat men groot gevaar loopt, bij minder gelukkig hanteeren van de naald, de dieren halverwege door verbloeding te verliezen. Er blijft altijd een innerlijk bezwaar aan de methode verbonden, dat zich alleen eenigermate laat ontwijken door de proeven te schiften. Die, waarin de kneuzing door een toeval zeer groot of de prikkelbaarheid van het orgaan zeer hoog was, zullen wij moeten afscheiden van die, waarin toevallig het omgekeerde werd aangetroffen. Aan de laatste moet het hoofdgewicht toegekend worden. En zoo zullen wij dan bij benadering, nimmer volkomen, den invloed der ischaemie leeren kennen.

De voorbereidende operatiën, die ons toegang tot de te omsteken plaats en de gelegenheid tot behoorlijke observatie van de hartsbewegingen moeten verschaffen, verschillen niet wezenlijk van die, welke wij bij onze konijnen gewoon waren uit te voeren. De registratie der polsen werd wel is waar somtijds eenigszins anders ingericht. Zoo lieten wij de polsverheffingen zich aanvankelijk niet opschrijven door tusschenkomst van den hier zoo bruikbaren sphygmoscoop, maar ontleenden onze curven aan de uitzettingen en inkrimpingen van de gesloten carotis. Deze veranderingen in den omvang der arterie plantten zich door middel van een stift voort op een luchtkussen en verder door luchttransport op den schrijvenden hefboom. Wij zorgden daarbij het geïsoleerde vat, steeds een der carotiden, op eene vaste onderlaag te doen steunen. Later hebben wij deze wijze van registree-

ren verlaten, omdat het toestel bij de minste bewegingen van het dier telkens onbruikbaar werd, daar de stift tusschen vat en luchtkussen afschoof en weer op nieuw gesteld moest worden. Afgescheiden van het tijdverlies, maakt dit dikwijls de registratie onmogelijk op een oogenblik, dat zij het meest noodig is.

De thorax werd op tweeërlei wijzen geopend. Het geschiedde soms door een mediane huidsnede met opvolgende klieving van het vetweefsel tot op het sternum, doorzaging van het sternum overlangs, juist in de middellijn. Door de beide helften flink uiteen te houden verkrijgt men, mits de hond niet te groot is, ruimte genoeg ter volbrenging der noodige manipulaties. Deze methode is werkelijk in vele opzichten voortreffelijk; zij is echter vrij ingrijpend want beide pleuraholten worden daarbij geopend, hetgeen voor het dier steeds een zeer pijnlijke en schadelijke actus is. De bloeding is over het algemeen vrij gering, vooral zoo men terstond tot op het been doordringt en daarbij zorgt de Mm. pectorales ter weerszijden ontspringend, niet te verwonden. De zich in tweeën vertakkende arteriën, die men onderweg in het bindweefsel ontmoet, werden naar gelang van haar grootte soms dubbel onderbonden en doorgesneden, soms onmiddellijk doorgesneden en de bloeding door een oogenblik drukken met een sponsje gestelpt. De splijting van het sternum had zoo plaats, dat wij na het periost aan de voorvlakte te hebben doorgesneden, het been doorzaagden terwijl het periost aan de achtervlakte intact bleef. Dit laatste werd dan tegelijk met fascia endothoracica met het mes verder gekliefd. Op dat oogenblik dringt de lucht in de pleuraholten en begint het dier onaangenaam te stooten. Dit kon niet anders voorkomen worden dan door diepe chloroformnarkose, die ongelukkigerwijze dan meestal zeer ongunstig influenceerde op de hartswerking. Na verschillende teleurstellende pogingen kwamen wij tot de volgende handelwijze om het dier, ten minste zooveel mogelijk, ongevoelig te maken. Een half uur voor het op-

binden injicieerden wij het dier ongeveer 15 à 30 mgr. Murias morphini, in water opgelost, onder de huid. Terwijl de huidsnede werd gemaakt richtten wij een aetherspray op het operatieveld en eerst, wanneer de doorzaging zou beginnen, werd eene nieuwe hoeveelheid chloroform, tegelijk met de ademhalingslucht, ingeblazen. Gewoonlijk bleef het dier dan bij het openen van den thorax rustig. Eene kleine dosis chloroform onderhield de anaesthesie gedurende de rest van de proef*). In sommige gevallen werd bovendien nog curare toegediend.

Niet in alle gevallen werd de thorax op deze wijze geopend. Soms maakten wij eene V-vormige huidsnede. Een der takken der V verliep in de mediaanlijn, de ander van linker oksel naar het midden van het sternum in de richting van de vezels der Mm. pectorales. De zoo omschrevene driehoekige huidlap sloegen wij met dito spierlap omhoog, zoodat de beenige thorax over eene vrij groote ruimte blootlag. Dan geschiedde resectie van de 2e en 3e rib, na haar vooraf behoorlijk met sterke draden te hebben omsnoerd om bloeding uit de Aa. intercostales te voorkomen.

Hoe men nu ook in de borstholte dringt, steeds zal nog de M. hyposternalis en een nu en dan vrij rijkelijk mediastinaalvet den weg naar het hart in meerdere of mindere mate versperren en zal men ook daar in overlangsche richting doorheen moeten gaan om het hartezakje te kunnen openen. Is dit eens geschied, dan worden de randen van pericardiaalopening en thoraxopening door draden aaneengehecht, en bereikt men daardoor wederom het dubbele voordeel, dat het hart een weinig wordt opgelicht en de longen verhinderd worden zich voor het hart te schuiven. Bij dit alles heeft in den regel geene noemenswaardige bloeding plaats.

---

*) Deze wijze van toediening van chloroform, eerst in groote, daarna in geringe dosis, reeds lang in de chirurgische praxis gebruikelijk, vond onlangs hare strengere motiveering in proeven van P. Bert, Comptes Rendus, t. 96, p. 1831.

Zijn zoo de noodige toebereidselen getroffen, dan komt nu het moeielijkste deel der operatie aan. Soms brachten wij het dier half in zijligging. Het hartoor wordt aan den kant, waar men wil omsteken, met een stomp pincet aangevat en naar boven en lateraalwaarts getrokken; met inachtneming van de points de repère, die wij p. 52 hebben opgegeven, trachten wij eenen draad om het vat te brengen. Dit geschiedt met behulp van eene gesteelde, kromme naald, die aan haar punt geoogd, den draad voert. De draad is een zijden draad, die te voren in gesmolten was gedoopt en door wrijven tusschen de vingers soepel is gemaakt. Eenmaal onder de arterie, meestal ook de venae doorgebracht, wordt hij met een gewoon pincet gevat en doorgehaald. Dikwijls omvatte hij alleen de R. descendens A. cor. sin.; zooveel mogelijk herhaalden wij dan de procedure op den R. circumflexus; eene zachte fixatie aan den eersten draad was daarbij soms zeer behulpzaam: rechts was deze dubbele omsteking natuurlijk niet noodig.

Alvorens de vaten toe te snoeren, lieten wij het hart tot rust komen. Zagen wij de pulsatiën dan een paar minuten regelmatig plaats hebben, dan bonden wij snel af, daarbij zorgdragend den draad sterk aan te trekken. Zoo hoopten wij te voorkomen, dat de zenuwen, die mede in de lis waren opgenomen, te zeer werden geprikkeld.

Op boven beschreven wijzen deden wij, na aftrek van menige mislukte poging, 6 proeven. De uitkomst was zeer wisselend. Daarin kwamen zij echter alle overeen, dat vroeg of laat het hart zijne pulsatiën staakte In den tijd, waarop dit geschiedde weken zij zeer af. Om het tijdsverschil te duidelijker in het oog te doen springen, vereenigen wij het zestal hier tot eene tabel, wier eerste kolom het vaatgebied aangeeft, dat van bloedstoevoer was beroofd, de tweede kolom de anastomosen vermeldt, die tusschen het afgesloten en opengebleven vaatstelsel hebben bestaan, en de derde ten slotte het tijdsverloop tusschen onderbinding en stilstand doet kennen.

Proefnummer Bijlage III A.	Afgesloten vaatgebied.	Al of niet aanwezig zijn van arteriëele anastomosen.	Duur der pulsatiën na de afbinding.
N°. 1.	R. descendens laag, maar boven „Theilung."	zeer ruime anastomosen	150 min. willekeurig gestaakt.
N°. 2.	R. descendens 2 ctm. onder oorsprong.	anastomosen	3 à 4 min.
N°. 3.	R. descendens 2 ctm. onder oorsprong	anastomosen	15 min.
N°. 4.	R. descendens + R. circumflexus a. cor. sin.	zeer geringe, bijkans capillaire anastomosen	fractie van eene min.
N°. 5.	R. descendens + R. circumflexus a. cor. sin.	zeer geringe, bijkans capillaire anastomosen	fractie van eene min.
N°. 6.	A. cor. dextra + R. descendens a. cor. sin.	geen anastomosen	14—20 min.

Wanneer men de tabel doorziet, valt reeds terstond op, dat de tijd, gedurende welken de pulsatiën na de onderbinding van een of meer Aa. coronoariae nog voortgaan, in volstrekt geen verband staat met de meerdere of mindere volledigheid der afsluiting. Of er tusschen het vaatgebied der afgebonden arterie en de omgeving arteriëele anastomosen worden aangetroffen, al dan niet, oefent geen, althans geen overwegenden invloed uit op het spoedig of minder spoedig staken der pulsatiën. Wanneer er anastomosen zijn, duurt het 3 à 4, 15 min. voor stilstand optreedt; zoo zij totaal ontbreken en een groot gebied van bloed beroofd is, daarentegen 20 min. (Proef N°. 6: 13 min. na de tweede onderbinding der A. cor. dextra, 20 min. na de onderbinding van den R. descendens). Kenden wij derhalve niet dan deze proeven, nimmer ware het denkbeeld in ons opgerezen, dat

ischaemie van een gedeelte van den hartwand de oorzaak van het vroeg ophouden der kloppingen zou kunnen zijn.

Gaan wij voort onze tabel te bestudeeren. In het drietal eerste proeven waren anastomosen aanwezig. Raadplegen wij de protocollen, dan blijkt daaruit ten duidelijkste, dat de arteriëele communicatie tusschen atgebonden vaatgebied en omgeving voldoende was om het eerste met injectiemassa en dus tijdens het leven met bloed te vullen. Gedurende de opspuiting zagen wij de blauwe vloeistof in omgekeerde richting het hoofdvat binnenstroomen, van de takken naar den stam. — In N⁰. 1 waren deze fijne stammetjes, die de anastomose vormden, rijkelijker ontwikkeld dan in N⁰. 2 en N⁰. 3, ofschoon zij ook in de laatste gevallen goed zichtbaar waren. Het is dus zeer wel mogelijk, dat gedurende de proef, de eerste minuten na de onderbinding, in het gebied van den R. descendens eene tijdelijke ischaemie heeft geheerscht, die eerst daarna van uit de anastomosen werd gecompenseerd. De ischaemie zal een hoogeren graad hebben bereikt in proef 2 en 3 dan in proef 1, en zoo zij eenigen invloed op functie en prikkelbaarheid uitoefent, zal die invloed zich in N⁰. 2 en 3 veel meer hebben doen gevoelen, dan in N⁰. 1.

De reden, waarom in het eerste drietal proeven anastomosen werden gevonden, die in de drie volgende geheel ontbreken of veel minder uitgedrukt zijn, is voor de verschillende proeven niet dezelfde. In N⁰. 1 goldt het een abnormiteit, die wij in Hoofdstuk III, p. 43 nauwkeurig hebben beschreven, maar in N⁰. 2 en 3 was het eenvoudig de laag gelegen plaats van omsteking, die oorzaak werd, dat er bij injectie zoo ruime anastomosen werden aangetroffen. Het karakter van eindarteriën, dat aan de hoofdstammen der Aa. coronariae toekomt, is wel in type in de kleine takken bewaard, maar de uitzonderingen worden met het afnemen van kaliber grooter. Zoo komt het, dat indien men den R. descendens niet dicht bij zijn oorsprong omsteekt, men moeielijk anastomosen vermijden kan.

In proef 4 en 5 is de afsluiting van het afgebonden ge-

bied, hier de geheele buitenwand van de linker kamer, zeer volledig geweest. Wel bestond er met de vertakkingen der A. cor. dextra, en die van den R. sept. misschien, een zeer geringe anastomose, die bij de injectie eerst merkbaar werd, toen de geheele wand der rechterkamer, tot de capillairen toe, reeds grootendeels gevuld waren, doch voor de proef had deze anastomose stellig geen waarde. Hadde de proef langer geduurd, dan was het mogelijk geweest, dat daarlangs eenig bloed in den R. descendens of circumflexus zou gedrongen zijn, maar nu de pulsatiën slechts een fractie van eene minuut werden voortgezet, is hiervan geen sprake. Beide experimenten gelden derhalve voor ons als zulke, waar de afsluiting volkomen is gelukt. Of de ischaemie hier echter in de gelegenheid geweest is, eenigen invloed uit te oefenen, is onzeker. In het vaatgebied van den R. descendens zal zij wellicht een halve minuut bestaan hebben, toen plotseling, onmiddelijk met de toesnoering van den R. circumflexus, het hart stilstond. Geheel ondenkbaar is het niet, dat in de zenuwen en gangliëncellen door takjes van den R. descendens gevoed, deze korte tijd, gedurende welke zij van nieuwen bloedstroom waren beroofd, reeds voldoende was om een toestand van groote prikkelbaarheid te doen ontstaan. — In proef 6 was de afsluiting volkomen.

Een verband tusschen den duur der pulsatiën na de onderbinding en de volledigheid der afsluiting vonden wij dus niet, of het moest zijn, dat eene niet totale afsnijding van den toevoer den vroegen stilstand in de hand werkt. Niet volslagen, maar gedeeltelijke arteriëele ischaemie schijnt met spoedige staking der hartswerking samen te vallen. En men zou haast genegen zijn aan eenen gebrekkigen, maar toch niet geheel ontbrekenden bloedstroom de noodlottige gevolgen toe te schrijven, wanneer proef 4 en 5 niet aantoonden, dat zij ook met totale occlusie der A. cor. sin. gepaard kunnen gaan.

Door Cohnheim en von Schulthess-Rechberg wordt beweerd, dat de pulsatiën des te vroeger stilstaan, hoe grooter

het afgesloten vaatgebied is. Onze tabel bevestigt dit niet, leert integendeel juist het omgekeerde. In een tweetal experimenten, waar slechts R. circumflexus en R. descendens A. cor. sin. waren gesloten, hielden de pulsatiën binnen de minuut op, terwijl zij in een geval, waar behalve de R. descendens de geheele A. cor. dextra was dichtgebonden, nog ongeveer een kwart uur bleven voortgaan. De uitslag der proef is dus noch van de volkomenheid, noch van de uitgestrektheid der ischaemie afhankelijk. Wij herhalen wat wij straks opmerkten: kenden wij geene andere dan onze eigene proeven, wij waren nimmer op de gedachte gekomen, dat ischaemie van den hartwand de oorzaak van plotselingen hartstilstand zou kunnen zijn.

Maar de experimenten, in de tabel vermeld en wier woordelijke protocollen men in Bijlage III A vereenigd vindt, laten nog andere gevolgtrekkingen toe.

In de eerste plaats vinden wij in N°. 6 het rechtstreeks bewijs voor de mogelijkheid van hartfunctie, wanneer het grootste gedeelte van den hartwand volslagen van bloedstoevoer is beroofd. Verdere betogen zijn overbodig. In dit geval klopte het hart 20 min. na de afbinding van den R. descendens A. cor. sin. en 14 min. na de afbindingen der A. cor. dextra, krachtig en volkomen regelmatig voort. De conclusie is onvermijdelijk: voor de functie van het hart van den hond is evenmin als voor dat van het konijn de bloedstroom in zijne wanden een volstrekt vereischte.

Naast proef N°. 6 komen er echter in de tabel proeven voor, waar het ophouden der kamerpulsaties bijna oogenblikkelijk na de afsnoering plaats had, experimenten m. a. w., die veel meer in den geest van Roussy en Cohnheim-Rechberg uitvielen. Hoe dit te verklaren, wat is hier de oorzaak van den stilstand geweest? De onderstelling onzer voorgangers, dat uitsluitend de ischaemie als zoodanig gewerkt zou hebben, kan niet meer gelden, nu wij eens hare machteloosheid hebben gezien. Zoo zij al eenigen invloed uitoefent, moet dit gezamenlijk met andere momenten zijn. Stellen

wij eene nieuwe tabel samen, waarin naast den duur der pulsaties, de ons bekende omstandigheden zijn vermeld, die op het verloop onzer proeven geïnfluenceerd kunnen hebben. Men vindt naar schatting aangegeven: 1^0. de mate van vergiftiging met curare, morphine, chloroform, 2^0. den graad van uitputting, waarin het dier door langen duur der voorbereidende operaties, door pijn, enz. is geraakt, 3^0. den graad van bloedeloosheid in het afgesloten gebied. Een vierde moment, de kneuzing der regio coronaria is niet in de tabel opgenomen, eensdeels, omdat zij naar het ons toeschijnt voor alle bijkans gelijk is geweest, andersdeels omdat zij moeielijker dan een der andere momenten kan worden afgemeten.

Proefnummer. Bijlage III A.	Curare.	Morphine.	Chloroform.	Uitputting.	Ischaemie.	Pulsatiën gedurende:
N°. 1.	weinig curare	geen	zeer veel chloroform	gezond dier geen bloeding operatie snel	afwezig	150 min. (willekeurig)
N°. 2.	weinig curare	middelmatige dosis	diepe narkose	groot dier geen bloeding operatie snel	onvolledig	3 à 4 min.
N°. 3.	geen	kleine dosis	onvolledige narkose	krachtig dier lange duur van de proef stootende exspiratie	onvolledig	15 min.
N°. 4.	middelmatige dosis	middelmatige dosis	geen	krachtig dier geen bloeding snelle operatie	momentaneel volledig	fractie van een min.
N°. 5.	groote dosis	groote dosis	geen	groote jonge hond dier onrustig	momentaneel volledig	fractie van een min.
N°. 6.	geen	groote dosis	diepe narkose maar van korten duur	krachtig dier zeer snelle operatie	totaal	14—20 min.

Gaan wij elk der opgenoemde momenten zorgvuldig na. Men zou kunnen vermoeden, dat chloroformvergiftiging tot den vroegen hartstilstand heeft bijgedragen. In de tabel vindt men daarvoor echter geene steunpunten. Juist waar geen chloroform werd toegediend hielden de pulsatiën het vroegst op. Daarmee is natuurlijk niet gezegd, dat chloroform hier volstrekt geenen invloed heeft uitgeoefend, en dat die invloed niet op den langen duur merkbaar zou zijn geworden, indien het hart zijne pulsatiën had voortgezet.

Evenmin kunnen wij de curare of morphine als gewichtige factoren voor de plotselinge staking der pulsatiën beschouwen, doch wanneer hun eenige waarde moet worden toegekend, zouden wij geneigd zijn aan te nemen, dat morphine het voortduren der kloppingen bevordert *). Ook de uitputting schijnt, overeenkomstig de ervaringen van von Bezold en Cohnheim-Rechberg, het hart minder vatbaar te maken voor de oorzaken, die het anders een paar minuten na de onderbinding doen stilstaan. In zoover bevordert ook deze omstandigheid hier het behouden blijven der hartfunctie. Maar later, wanneer de pulsaties de afbinding der Aa. coronariae langen tijd hebben overleefd, zal de nadeelige werking der uitputting wederom meer op den voorgrond treden.

Straks hebben wij aangetoond, dat er geene constante coïncidentie bestaat tusschen vroegen stilstand en ischaemie. Nu blijkt het, dat zulk eene coïncidentie evenmin gevonden wordt tusschen vroegen stilstand en diepe narcose, curarevergiftiging of hooge mate van uitputting. Welnu, de actus der omsteking is dus het eenige bekende moment, dat eene ingrijpende werking op onze proefdieren kan hebben uitgeoefend. Bedenken wij dan verder, dat daarin 2 afzonderlijke

---

*) In de proeven van Cohnheim en von Schulthess-Rechberg, waar het hart reeds na 2 min. ophield te kloppen, werd meestal geen morphine, noch chloroform toegediend.

handelingen verscholen liggen: 1°. het anaemisch maken van een gedeelte hartwand, 2°. de mechanische prikkeling van het vat en zijne omgeving, dan worden wij — nu de ischaemie op zich zelf onwerkzaam bleek — er door uitsluiting toe gebracht in de prikkelende werking van de snoering de onmiddellijke oorzaak van de plotselinge staking der pulsatiën te onderstellen. Een zeer gewichtig argument, dat daarvoor rechtstreeks pleit, is bovendien, dat wij in geen enkele proef den hier bedoelden stilstand hebben zien optreden, zonder dat deze of eene dergelijke operatie aan het hart had plaats gegrepen. Zoo vonden wij, dat hetzelfde effect ook bereikt wordt, wanneer men niet omsteekt, maar de arterie, op de wijze van von Bezold, met hare omgeving tusschen de branches van een pincet klemt. De pulsaties hielden te midden van onveranderd regelmatig kloppen, na 4 min. klemmens van den Truncus a. cor. sin. plotseling op. Ook andere mechanische, chemische, electrische prikkels bewerkten soms plotselinge onbewegelijkheid, die na een oogenblik door levendige woelbewegingen werd opgevolgd. Daar de resultaten dezer proeven geheel overeenkomen met die op konijnen, gelooven wij, dat het niet noodig is hare beschrijvingen hier in te lasschen †). Ook de redeneeringen, die wij toen aan die experimenten vastknoopten, vinden hier hare toepassing en wij kunnen derhalve volstaan met onze conclusies aldus samen te vatten: 1°. in onze proeven op hon-

---

*) Twee minuten later keerden de rhythmische contracties der kamers terug, zij het ook zwak, volkomen regelmatig. Een analogon dus van het in het vorige hoofdstuk medegedeelde experiment.

†) Toevallig vermelden Newell-Martin en Sedgwick ter loops eene bijzonderheid, die geheel met onze ervaringen, waarop wij boven doelden, in overeenstemming is. Omtrent het isoleeren der Aa. coronariae op het pulseerend hart zeggen zij: any carelessness in these operations is apt to so far injure the heart as to destroy its normal beat and throw the ventricles into incoördinate fibrillar contractions, from which we have never seen them recover. The success of the attempt depends largely of the animal.

den hebben wij, buiten de omsteking met opvolgende snoering, geen moment kunnen ontdekken, waaraan met eenige waarschijnlijkheid het vroeg en plotseling ophouden der kamercontracties kan worden toegeschreven; 2°. die omsnoering heeft wel is waar meestal tot ischaemie van een gedeelte van den hartwand geleid, maar deze ischaemie is niet de onmiddelijke oorzaak van den bedoelden stilstand; 3°. op grond van analogie met proeven, waarin door eenvoudige, locale prikkeling het hart zijne kloppingen staakte, moet de oorzaak der verschijnselen worden gezocht in de kneuzing, waarmee de omsteking en snoering gepaard gaat.

Wij hebben dus bij den hond dezelfde verhoudingen aangetroffen als vroeger bij het konijn. Beide diersoorten schijnen in dit opzicht identieke eigenschappen te bezitten. Een gering graduëel verschil valt echter niet te miskennen. Zoo vonden wij voor het konijn, dat de mechanische prikkeling bij goed uitgevoerde omsteking en snoering in den regel onvoldoende is om de hartswerking te bedwingen. Daarentegen was het voor den hond uitzondering, indien het hart na de operatie langer dan een paar minuten bleef doorkloppen. De reflexprikkelbaarheid van het hondehart schijnt dus in dit opzicht bijzonder groot te zijn, iets dat, zoo men de algemeene eigenschappen van deze soort in aanmerking neemt, niet verwonderen kan.

Behalve dit verschil bestond er nog een ander, ook de tijdsruimte, gedurende welke de pulsatiën nog na de afbinding bleven bestaan, was aanzienlijk korter dan wij haar soms bij het konijn aantroffen. Het is evenwel mogelijk, dat men in grootere proefreeksen een hooger maximum bereiken kan. De tijd, dat het blootgelegde hondehart, zelfs onder ongunstige omstandigheden, nog blijft doorkloppen, is in elk geval lang genoeg, bedroeg in een paar contrôleproeven ongeveer twee en een half uur *).

*) Bijlage III A. N°. 1 en B. N°. 2.

HOOFDSTUK V.

De eigenschappen van het hart, die wij in de beide vorige hoofdstukken bij twee diersoorten hebben leeren kennen, zijn misschien van algemeene geldigheid; bestudeeren wij dus deze verhoudingen bij een derde species, bij de kat. Wederom is het de methode van Erichsen, die hier haar toepassing zal vinden. Kiezen wij terstond een voorbeeld.

Krachtige, vrouwelijke kat. In chloroformnarkose opgebonden. Tracheotomie. Kunstmatige ademhaling. Huidsnede van oksel naar midden sternum. Tusschen de vezels der Mm. pectorales doorgedrongen en deze gedeeltelijk van hunnen oorsprong losgemaakt. De linker thoraxhelft wordt op deze wijze voor een deel blootgelegd. Resectie van 2e en 3e rib zonder dat de pleuraholte geopend wordt. De pleura teruggeschoven en het pericardium geopend, doch niet aan de randen van het venster gehecht. Het hart pulseert snel en weinig krachtig, herstelt zich echter spoedig.

De Nn. vagi worden gepraepareerd en doorgesneden, tegen verdroogen beschut.

De Auricula sin. met een pincet aangevat en naar links getrokken; terzelfdertijd wordt de A. pulmonalis naar rechts verschoven. In het subpericardiaalvetweefsel den Truncus a. cor. sin. omstoken; zooals later blijkt, werd alleen de R. circumflexus in de lis opgenomen. Daarna omsteking van de A. cor. dextra onder het naar rechts trekken van de auricula dextra. Alles geschiedt zonder stoornis in een paar minuten.

4 u. 21 min. Afbinding eerst van A. cor. dextra; daarna links. Kort daarop verbleekt de voorvlakte van het rechter hart; de takjes van den R. descendens blijven daarentegen gevuld, rose.

4 u. 23 min. Vagus-prikkeling bij 20 ctm. rolafstand op du Bois-Reymond's slede. Eene aanzienlijke verlangzaming is het gevolg. Eenige secunden, nadat de prikkeling is gestaakt, eene sterke versnelling van den hartslag, die gaandeweg vermindert.

4 u. 23½ min. Dezelfde verschijnselen herhalen zich bij eene tweede vagus-prikkeling, nu met 15 ctm. rolafstand.

4 u. 24 min. Dezelfde verschijnselen ten derde male.

Nu wordt de hartswerking eenigszins onregelmatig. Zoo komt b.v. 4 u. 25 min. eene spontane verlangzaming tot stand. De contracties zijn bovendien onvolkomen, in zooverre als zich de ventrikel niet geheel ontledigt. Dit was evenwel reeds van de omsteking af het geval.

4 u. 26½ min. Vierde vagus-prikkeling. Eerst geen, een oogenblik later, wel eenige verlangzaming; na het ophouden der prikkeling wederom versnelling. Rolafstand 15 ctm.

4 u. 28 min. Vijfde vagus-prikkeling. Eerst geen effect. De versnelling van de 4e prikkeling blijft nog aanhouden. Toen wij echter de electroden langs de vagi naar het hart toe verschoven, trad de verlangzaming weer op, met versnelling na het ophouden van de prikkeling.

Middelerwijl is de chloroformnarcose minder diep geworden, de cornéareflex is aanwezig.

4 u. 33 min. Zesde vagus-prikkeling, zonder effect (15 ctm. rolafstand).

4 u. 34½ min. Zevende vagus-prikkeling, zonder effect (15 ctm rolafstand).

4 u. 36 min. Achtste vagus-prikkeling, nu met 10 ctm. rolafstand, en op een lager gedeelte van den vagus dexter aangebracht, veroorzaakt een volkomen hartstilstand, zoowel van boezems als kamers. Na het ophouden van den prikkel begint het hart weer op de gewone wijze te kloppen. Gedurende de prikkeling maakt het dier heftige algemeene bewegingen.

4 u. 38 min. Negende prikkeling, zonder effect (10 ctm. rolafstand).

4 u. 38½ min. Nadat de Vagus sinister lager is gepraepareerd deze geprikkeld, zonder effect (10 ctm. rolafstand).

4 u. 40 min. Elfde vagus-prikkeling met geen anderen uitslag, dan nu en dan eene snelle undulatie in de auricula sin., vermoedelijk door een stroomlis veroorzaakt (10 ctm. rolafstand).

4 u. 42 min. Twaalfde vagus-prikkeling, zonder effect (16 ctm. rolafstand), niettegenstaande nu de Vagus dexter genomen werd, die een paar min. gerust heeft.

Gedurende de laatste 5 min. zijn de hartcontracties onregelmatig van

tempo geworden, nu eens sneller, dan weer langzamer. Een enkele maal is ook de diastole bijzonder verlengd. De R. descendens wordt aangesneden, het bloed spuit uit het bovenste stuk. Om een einde aan de proef te maken, steken wij te 4 u. 44½ min. de electroden in het myocardium (rolafstand 15 ctm.) en terstond worden de pulsaties vervangen door uiterst snelle woelbewegingen, haast een trillen gelijkend. Toen zij langzamer werden, verkregen zij duidelijk een golvend karakter. Terwijl dit in de kamers plaats heeft en de prikkeling is opgehouden, worden de woelbewegingen in de boezems vervangen door systolen, die echter rechts bijkans onmerkbaar, links zeer onvolkomen zijn. Het tempo dezer boezempulsatie is vrij snel, doch wordt langzamerhand trager.

Bij injectie blijkt alles afgesloten te zijn, behalve de R. descendens a. cor. sin.; zoowel het vaatgebied van de A. cor. dextra, als dat van den R. circumflexus is volkomen ontoegankelijk (zelfs terwijl de capillaria van den R. descendens zich volledig vullen, dringt de blauwe vloeistof niet binnen).

Uit dit verslag blijkt, dat de inrichting der proef nagenoeg niets afweek van die in onze vorige experimenten. De operatie is hier echter bijzonder goed gelukt en dientengevolge werd het dier meer gespaard dan vroeger wel eens het geval zal zijn geweest. Katten verdragen trouwens de operatie uitmuntend en zijn voor deze experimenten bij uitstek geschikt. Hare lichaamsgrootte overtreft zeer weinig die van het konijn, dienovereenkomstig zijn ook de bloedingen even onbeduidend. Daarentegen is het hart veel grooter en leent zich daardoor beter tot omsteking der Aa. coronariae, die ten overvloede nog in het subpericardiaal vet en niet tusschen de spierbundels gelegen zijn. De dieren zijn veel rustiger dan de hond en schijnen door het blootleggen der borstorganen minder te lijden. Om deze redenen meenen wij, dat de kat het aangewezen dier zal zijn voor verdere experimenten op het zoogdierhart.

Een enkel proefdetail was nieuw in dit experiment. Na de onderbinding, die het grootste gedeelte van den hartwand van arterieelen bloedstoevoer beroofde, prikkelden wij herhaaldelijk een der vagi en nog langen tijd met zeer duidelijke uitwerking. De verlangzaming was zeer belang-

rijk en werd, in den beginne althans, door eene tijdelijke versnelling gevolgd *).

Vergelijken wij den uitslag van dit type met de overige proeven, die op volkomen dezelfde wijze werden genomen. Wij vereenigen haar gezamenlijk in eene tabel.

Proefnummer. Bijlage IV.	Afgesloten vaatgebied.	Doorgesneden zenuwen.	Duur der pulsatie na de onderbindingen.
N°. 1.	A. cor. dextra + R. descendens.	Geen.	ruim 60 min.
N°. 2.	A. cor. dextra + R. descendens + R. Septi.	Vagi, Sympathici, Depressores.	± 2 minuten later, na 3 min. herleven de pulsaties.
N°. 3. (in text opgenomen).	A. cor. dextra + R. circumflexus.	Vagi.	20 min. (opzettelijk gestaakt).
N°. 4.	A. cor. dextra (+ gedeelte van den R. circumflexus).	Vagi.	7 min. (zie proefverslag).
N°. 5.	A. cor. dextra.	Vagi.	30 min.

Wij hebben in de lijst geen kolom ingeruimd voor de vermelding van mogelijke anastomosen, omdat die overal ontbraken †). Evenmin teekenden wij den graad van anaesthesie of uitputting aan, omdat die in alle proeven dezelfde was. Steeds toch zorgden wij, dat het dier in diepe narkose verkeerde, kenbaar aan de volkomene spierverslap-

*) Ten slotte plaatsten wij de electroden direct op het hart om een einde aan de proef te maken en ons tegelijkertijd te overtuigen, dat op het oogenblik, waarop de vagi aan den hals en lager niet meer prikkelbaar waren, een sterke inductiestroom door een gedeelte van het hart zelf toch nog plotselingen hartstilstand te weeg kan brengen.

†) Slechts in proef N°. 1 was eene hoogst geringe anastomose aanwezig tusschen R. circumflexus en descendens. Het gebied der A. cor. dextra was echter volkomen ontoegankelijk voor de blauwe injectievloeistof.

ping. De cornea-reflex bleef meestal aanwezig. De operatie geschiedde altijd voorspoedig, snel, zonder bloeding. De voorwaarden, die niet in de tabel zijn opgenomen, waren dus voor zoover bekend, voor alle dieren dezelfde. De uitslag is vrij overeenstemmend. Het al of niet doorsneden zijn van Vagi, Sympathici en Depressores schijnt weinig invloed uit te oefenen. In alle gevallen bleven de pulsatiën, niettegenstaande de wand voor een aanzienlijk gedeelte bloedeloos gemaakt was. nog geruimen tijd voortduren. Slechts eenmaal was de termijn na de onderbinding minder lang, ofschoon toch nog altijd veel langer dan die, welke door de vroegere schrijvers bij andere dieren gevonden werd. Wij hebben hier het oog op proef N°. 4, waar het hart reeds 7 minuten na de toesnoering der A. cor. dextra stilstond. In een ander geval klopte het hart wel door, maar na een tijdelijken stilstand van 3 minuten, eene verhouding, die wij ook reeds vroeger een paar maal hebben aangetroffen *). Deze ondergeschikte afwijkingen doen echter aan het algemeene resultaat dier proeven volstrekt geen afbreuk, zij vinden hare volkomene toelichting in de beschouwingen, die wij in de beide vorige hoofdstukken aan soortgelijke proeven hebben vastgeknoopt.

Juist deze laatste proeven geven dus den hechtsten steun aan de opvatting, die wij gemeend hebben contra von Bezold, Roussy, Cohnheim-Rechberg te moeten verdedigen. Zelfs al mocht men onze voorstelling van den vroegen stilstand als nerveuse inhibitie willen verwerpen, vindt men hier eene reeks proeven bijeen, die, zonder eene enkele uitzondering, het vermogen van het hart om, na afbinding van een of meer hoofdstammen der Aa. coronariae, een geruimen tijd te blijven voortkloppen, onmiskenbaar bewijzen.

In die reeks zijn achtereenvolgens alle afdeelingen van

---

*) Bijlage II A. N°. 5 en III B., misschien ook II A. N°. 2 en 3 en II B. N°. 5.

den hartwand anaemisch gemaakt. Bij onze onbekendheid met de nauwkeurige ligging der gangliëncellen, die de bron der hartsbeweging zouden zijn, is dit van veel waarde. Want wel weten wij, dat die gangliëncellen voornamelijk in de beide sleuven tusschen de 4 afdeelingen van het hart verscholen liggen, maar of die, welke den gewichtigsten rol vervullen, daar verspreid, dan wel op één plaats opgehoopt zijn, is ons volkomen onbekend. Hoe ook gerangschikt, in deze proefrij zijn zij minstens eenmaal van bloed beroofd geweest.

Wij zouden, zonder meer, van deze proeven kunnen afstappen, ware het niet, dat wij nog op een paar bijzonderheden de aandacht hadden te vestigen.

Vooreerst de wijze, waarop in proef N^0. 1 de hartstilstand ten slotte na meer dan een uur, van zelf intrad. Het komt mij voor, dat wij daarin bij benadering ten minste, het op zich zelf afsterven van het hart kunnen erkennen. Wij hebben te doen met een dier in diepe chloroformnarkose, de thorax is geopend, het hart afgekoeld. De wand van dit hart is grootendeels van den bloedstroom afgesneden en kan dus niet deelen in de voorrechten der kunstmatige respiratie, zijn cappillairnet wordt niet meer doorstroomd. Het orgaan is zoo goed als uit den thorax genomen, met dit verschil evenwel, dat het op de gewone wijze van uit de venae bloed in zijne holten ontvangt en dit in de Aorta en A. pulmonalis wegstuwt. Daardoor wordt het in staat gesteld voort te arbeiden, in tegenstelling met een uit de borstholte verwijderd hart, dat daartoe door het samenvallen der holten niet geschikt is. Hoewel nog in het vaatstelsel geplaatst is het toch aan de circulatie onttrokken. Op de binnenvlakte werkt de gewone weerstand, de opblazingen der longen doen het diaphragma bewegen en deze beweging plant zich voort op het hart. De normale verhoudingen zijn vrij getrouw nagebootst. Alleen de circulatie ontbreekt. Het hart verkeert in dezelfde omstandigheden als alle andere organen, wanneer zij, nadat het individu gestorven is, hunne afzonderlijke agone strijden.

Het is niet onbelangrijk het hart in dien toestand gade te slaan. Gedurende meer dan 20 min. na de eerste onderbinding vervolgen de pulsatiën ongestoord haar tempo, 15 à 16 in de 5 sec.; wel is waar doen zich nu en dan kleine onregelmatigheden gevoelen, de pauze tusschen de hartperioden is nu eens iets kleiner, dan weer iets grooter, maar belangrijk zijn deze verschillen niet. Eerst veel later begint de frequentie langzaam te verminderen; niet snel, want 30 min. na de afbinding bedraagt het tempo 11 à 13, na 40 min. 9 in de 5 sec. Zoo blijft het totdat na ruim 60 min. de pulsaties nog langzamer worden, tegelijkertijd verflauwen, eindelijk geheel verdwijnen, om plaats te maken voor eenige woelbewegingen, duidelijker in den wand der rechter, dan in dien der linker kamer.

Nog een andere bijzonderheid lasschen wij hier in. Een paar maal injicieerden wij weinige minuten nadat het hart tot stilstand was gekomen en de woelbewegingen nog voortduurden of juist waren weggestorven, van uit de Aorta ascendens water in de richting van het hart. Dan sluiten zich de valvulae semilunares en dringt de vloeistof onmiddellijk in de Aa. coronariae, voorzoover het experiment haar toegankelijk liet. Zoodra doorstroomt niet het water dat deel van den hartwand, welks arterie niet onderbonden was, in casu *) den wand der linker kamer, of beide ventrikels hervatten weer de contracties, die zij zoo even hebben gestaakt. Van uit de Aa. coronariae kan derhalve een krachtige prikkel uitgaan, die op het geheele hart terugwerkt en dit, ofschoon reeds wegstervend, noopt nog eene kortere of langere reeks van soms vrij krachtige pulsaties te volbrengen.

Nog onlangs werd iets soortelijks bericht omtrent den invloed van luchtinblazingen in het hart, lang na den dood.

---

*) Proef N°. 4 en 5 van Bijlage IV, verg. Proef 4 en 5 van Bijlage II B.

APPENDIX.

Wij voegen aan dit hoofdstuk de beschrijving van een experiment op een jong geitje toe. Het strookt geheel met de proeven, waarvan wij boven verslag uitbrachten en levert dus eene bevestiging onzer stelling, die te welkomer is, daar het diertje tot een geheel andere orde behoort, dan die, welke wij tot nu toe in den kring onzer proeven konden opnemen.

Een jong geitebokje, slechts weinige dagen oud (de gemummificeerde navelstreng was nog niet afgestooten). Geen curare of narcotica.

Tracheotomie en isoleering van carotis. Kleine sphygmoscoop. Polsfrequentie voor het openen van den thorax 20 in 5 sec.

Thorax blootgelegd, sternum weggenomen, de retrosternale spieren zijn goed ontwikkeld; geen bloedingen. Polsfrequentie 18 à 19 in 5 sec., maar de polsverheffing is veel geringer dan straks.

Het hart is groot en ligt zeer gunstig; klopt zeer regelmatig. Bij aanraking van het pericardium viscerale wordt de pauze na de eerstvolgende diastole dubbel zoo lang of verlengt zich slechts weinig, maar dan gedurende 2 à 3 slagen. In het laatste geval daalt ook de bloedsdruk voorbijgaande.

Wij trachtten aanvankelijk de A. cor. dextra te praepareeren, toen ons dit echter door eene parenchymateuse bloeding zeer werd bemoeielijkt, omstaken wij het vat op de gewone wijze en snoerden het dicht. De bloeding staat. Het rechter hart verbleekt, doch onduidelijk; de opvolgende gefonceerd bruine kleur is daarentegen zeer marquant. Onmiddelijk voor de afbinding 18 à 19 puls. in 5 sec. De 1e min. daaropvolgende dezelfde frequentie, 2e, 3e en 4e min. 18 in 5 sec. Van af de 2e min. worden de polsverheffingen echter aanmerkelijk lager, hetgeen hare oorzaak ook wel in eene onvolkomene registratie kan vinden. Op het oog zijn de contracties niet in het minst veranderd.

7 Min. na de toesnoering van de A. cor. dextra wordt ook de A. cor. sin. omstoken en toegesnoerd. Bij deze operatie had eene bloeding plaats, die een korten tijd aanhield. Onmiddelijk na de toesnoering 17 à 18 sec. in 5 sec. Ook de 2e en 3e min. was dit tempo onveranderd. 4e Min. nog zeer duidelijke systolen.

12 Min. na de afbinding der A. cor. dextra (± een half uur na onze eerste poging tot praepareeren van de A. cor. dextra) voorbijgaand

woelbewegingen in beide ventrikels. Wederom gewone contractiën; na een oogenblik nogmaals woelbewegingen, nu van langeren duur. De boezems pulseeren door, ofschoon ook hier de systolen nu en dan door een paar golfbewegingen vervangen worden.

Na eenige minuten verminderen de woelbewegingen. Tegelijkertijd is de prikkelbaarheid van de hartspier bijzonder verhoogd. Zoolang de undulaties nog plaats hadden, versnelde elke aanraking haar tempo en bepaalde deze ook haar uitgangspunt, kon haar zelfs eene tegengestelde richting geven, van punt naar basis der ventrikels, van auricula naar den sinus atrii. Toen de woelbewegingen verdwenen waren, riep de geringste mechanische prikkeling eene idiomusculaire contractie te voorschijn.

Bij injectie en opvolgend praepareeren bleken de Aa. coronariae, zoowel dextra als sinistra, gesloten te zijn.

Het hart staakte dus in dit geval zijne pulsaties 12 min. nadat de A. cor. dextra, 5 min. nadat alle Aa. coronariae waren afgesloten. De polsfrequentie bleef tot aan het oogenblik van stilstand haar oorspronkelijk tempo behouden; de intensiteit der pulsatiën daarentegen nam langzaam en geleidelijk af.

HOOFDSTUK VI.

Wij hebben in de drie vorige hoofdstukken eenige gegevens bijeen verzameld, die het ons in de eerste plaats mogelijk maken ten opzichte van de oude twistvraag der ischaemia cordis beslist partij te kiezen. Maar daarnaast, vonden wij, indien wij ons niet bedriegen, de bron van de uitkomsten, van de onze afwijkende, door nauwgezette onderzoekers in dezelfde proeven vroeger verkregen.

Wij geraakten daartoe langs inductieven weg. Immers, wij brachten het hart op verschillende wijzen en bij verschillende dieren onder de afwijkende omstandigheden, wier invloed wij wenschten te leeren kennen, analyseerden en vergeleken onze experimenten, besloten uit een herhaaldelijk concomitteeren tot een nader op te sporen causaalverband. Eerst daarna werd dit verband door hypothesen toegelicht. Steeds werd deze studie voor elke diersoort afzonderlijk verricht, daar wij a priori niet mochten onderstellen, dat indentificieeren der verschillende soorten voor ons doel geoorloofd was. Later bleek, dat, bij alle onderzochte dieren de uitkomsten dezelfde waren. De eigenschappen van het hart, die zich in onze proeven openbaarden, moeten dus ook steeds dezelfde zijn geweest, en wij kunnen voor het vervolg, voor zoover ons onderwerp betreft, die soorten op gelijke lijn stellen. Haar aantal is wel niet groot, maar met het oog op hare uiteenloopende plaatsing in het

systeem der klasse toch vrij voldoende en dus gelooven wij geen al te stouten sprong te wagen, indien wij het gevondene, niet alleen op carnivora, rodentia en ruminantia, maar op alle zoogdieren in het algemeen, toepasselijk verklaren. Daardoor trekken wij ook den mensch in den kring onzer beschouwingen.

Vatten wij nogmaals kort de resultaten samen, die wij bij elke diersoort verkregen:

Bij konijnen vonden wij, dat het hart nog minstens 30 à 40 minuten, nadat een groot gedeelte van den wand aan de circulatie is onttrokken, rustig kan voortkloppen. Bij honden constateerden wij hetzelfde feit, maar bereikten slechts eenen termijn van 14 à 20 minuten als maximum. Daarentegen was de uitslag bij katten, dat het hart meer dan een uur bleef voortkloppen. Bij het jonge geitje eindelijk, waarop wij experimenteerden, bedroeg de periode 12 minuten *).

Wij kunnen dus met alle recht beweeren, dat het zoogdierhart den bloedstroom in zijne wanden geruimen tijd kan missen en toch zijne functie naar behooren vervullen. Minder juist zou het echter zijn het besluit te willen trekken, dat de afwezigheid van circulatie het hart *na eenigen tijd* geen afbreuk zou doen. Integendeel bij geen der diersoorten bleef het hart zóó lang pulseeren als zonder kunstmatig verwekte ischaemie van een gedeelte van den wand het geval zou zijn geweest. Herhaalt men onze proeven in alle bijzonderheden, daarbij de toesnoering der Aa. coronariae achterwege latend, dan klopt het hart allicht nog 2 tot 4 uur voort. Zoo waren onze ervaringen, althans zonder dat wij buitengewone voorzorgen namen om afkoeling, aanraking, verschuiving van het hart te voorkomen. Toen wij echter de Aa. coronariae afgesloten hadden, duurden de

---

*) 12 minuten na toesnoering der A. cor. dextra, 5 minuten nadat de Aa. coronariae gesloten waren.

pulsaties in de gunstigste gevallen ter nauwernood langer dan een uur. Wij zouden den uitslag dezer proeven het best in deze formule kunnen samenvatten:

»Het hart, welks wand geheel of gedeeltelijk aan de circulatie is onttrokken, zet voorloopig zijne functie nagenoeg onveranderd voort. Het staakt zijne pulsaties na 15 tot 60 minuten. Aan dit ophouden gaat een geleidelijk verflauwen vooraf."

Dit resultaat van ons onderzoek is geheel in strijd met de mededeelingen van von Bezold, Roussy, Cohnheim-Rechberg. Het is toch geheel iets anders: typische, volkomen regelmatige systolen van den ischaemischen hartwand gedurende meer dan 15—60 minuten, of een stilstand, bijkans oogenblikkelijk of na een korten termijn van 1 à 2 minuten, — voor allerlei gevolgtrekkingen op physiologisch en pathologisch gebied, maakt het een groot verschil, welk van deze beide verhoudingen juist is. Welnu, vragen wij ons af, of onze opvatting voldoende is gegrond. Zij steunt op eene reeks van 11, elkaar aanvullende proeven. De sluiting der afgebonden arteriën is behoorlijk gecontroleerd; arterieele anastomosen waren afwezig. Wij overtuigden ons van beiden door injectie van de aorta uit, en gebruikten daarvoor een even te voren door flanel gecoleerde vloeistof, een mengsel van Berlijnsch blauw, water en glycerine, zooals wij dit in het 2de Hoofdstuk beschreven hebben. Het bestaan eener volledige ischaemie kan dus niet worden betwijfeld. Aan den anderen kant meene men niet, dat de pulsatiën, die wij boven bedoelden, onduidelijk geweest, of met iets anders, undulatie of voortgeplante boezemkloppingen verward zouden zijn. Wij erkenden slechts algemeene samentrekkingen van kamers en boezems, die, in den gewonen rhythmus afwisselend, eene bloedgolf in het arteriestelsel dreven, als het bewijs der regelmatige functie van het hart. Zelfs een bezwaar, dat men nog tegen de proef, voor jaren door Panum genomen, te berde zou kunnen brengen, geldt voor onze experimenten niet. Gelijk wij p. 17 vermeld hebben

bedroeg de frequentie van den hartslag daar, een uur na de injectie met de stollende massa, slechts 13, een half uur vroeger, 24 in de minuut. Men zou deze contracties te zeldzaam kunnen oordeelen, om anders dan aarzelend van eene eigenlijke hartswerking te willen spreken. In onze proeven daarentegen was het tempo, waarin de duidelijke systolen elkaar opvolgden, 10, 15, 30 minuten na de toesnoering niet zóó belangrijk gedaald, dit zal ongeveer 70 à 100 in de minuut hebben bedragen. De getallen liepen natuurlijk bij de verschillende dieren zeer uiteen; voor de juiste cijfers moeten wij dus naar de protocollen verwijzen.

Wanneer dit nu zoo is, wanneer wij even goed als onze voorgangers een groot gedeelte van den hartwand aan de circulatie hebben onttrokken, wanneer wij minstens even strenge eischen aan de uitkomsten onzer proeven hebben gesteld, dan is het destemeer te verwonderen, dat onze slotsom zoo geheel anders luidt. De oplossing dezer schijnbare tegenstrijdigheid vonden wij door analyse en vergelijking van eenige andere proeven, die naast het bovenbedoelde elftal in onze proefreeksen voorkwamen. Hier staakte het hart na weinige oogenblikken, ook wel na 1 of 2 min. plotseling zijne pulsaties. Uit de verschijnselen zelve konden wij vaststellen, dat deze stilstand door een nerveusen invloed werd teweeg gebracht. Bovendien was het duidelijk, dat de meer verwijderde oorzaak in het klemmen of omsteken vervat moet zijn. Verder ging onze door inductie gewonnen kennis niet. Wij waagden toen eenige onderstellingen.

Vooreerst rees de vraag in hoeverre mechanische prikkels hierbij eenen rol zouden kunnen spelen. Werkelijk vonden wij, toen een opzettelijk onderzoek daaromtrent werd ingesteld, dat, onder sommige omstandigheden, prikkeling van de streek der Aa. coronariae eenen voorbijgaanden stilstand, die een paar minuten duurt, tengevolge kan hebben. De omstandigheden, waaronder dergelijke prikkels dit gevolg hadden en die, waaronder het op zich liet wachten, bleven onbekend. Wij behouden ons voor den invloed van directe

prikkels op het hart en de prikkelbaarheid van het orgaan onder verschillende voorwaarden, nauwkeuriger te bestudeeren. Voorloopig vormden wij ons eene voorstelling, die wij wel getracht hebben waarschijnlijk te maken, maar waarvoor wij de strenge bewijzen nog moeten leveren. In het klemmen der regio coronaria tusschen de branches van een schuifpincet of in het omsteken met opvolgend toesnoeren zagen wij eene locale mechanische prikkeling. De aangrijpingspunten van dezen prikkel waren voor ons òf de overal verspreide uiteinden der zenuwen, die zich in het hart, wellicht ook in den vaatwand der Aa. coronariae, vertakken, òf de hoofdzenuwstammen, waar zij naast de Aa. coronariae door het beknelde of omsnoerde gedeelte verloopen. Wel is waar vonden wij de prikkelbaarheid in gewone omstandigheden niet bijzonder groot, doch het is een bekend feit, dat inwendige organen in normalen toestand veelal eene geringe sensibiliteit bezitten, die in pathologische verhoudingen aanzienlijk kan stijgen. Wij onderstelden, dat iets dergelijks wellicht hier verwezenlijkt kon zijn. De voortdurende knelling, de telkens herhaalde rekking door het aanhangend pincet, de onophoudelijke verschuiving van de gesnoerde plek door samentrekking en ontspanning van de omgevende spiermassa, hebben zonder twijfel tot eene summatie van prikkels geleid. Daarenboven, meenden wij, als von Bezold in eene soortgelijke quaestie, dat de tegelijkertijd verwekte ischaemie in het gebied, waarin ook de prikkel aangreep, de prikkelbaarbeid belangrijk zou kunnen hebben verhoogd. Welnu, de mechanische prikkel, die gewoonlijk de in aantocht zijnde systole slechts een oogenblik terughoudt, zou haar nu voor goed hebben bedwongen en alle hartswerking langen tijd onmogelijk hebben gemaakt. Wacht men af, dan herleven later weder de pulsaties en, zoo het hart niet al te zeer is uitgeput, keeren zij tot oude kracht en frequentie terug. Een andermaal daarentegen blijft de inhibitie bestaan, totdat het hart het vermogen om zich samen te trekken heeft verloren. Even als

in het hart van een pas gedood dier of in dat, hetwelk door vagusprikkeling tot volkomen rust is gebracht, door eene enkele locale aanraking eene typische, rhythmische contractie van het geheele hart wordt verwekt, zoo veroorzaakte hier omgekeerd eene andere locaal aangrijpende zenuwwerking een plotselingen totalen stilstand.

Hoe men nu ook over de juistheid dezer voorstelling moge oordeelen, dit staat in elk geval vast, dat in deze proeven de stilstand werd teweeggebracht door een inhibitieproces, waartoe de omsteking of klemming aanleiding gaf. Het mag alleen onder eenig voorbehoud met den naam van een vagus-reflex bestempeld worden: de extracardiale vagus neemt er stellig geen deel aan; slechts wanneer men elk bedwingen van de hartpulsatiën als vagus-werking opvat, valt dit proces onder het bereik van dien naam. Het resultaat van dit deel van ons onderzoek zou men derhalve aldus kunnen formuleeren:

»De hartstilstand in de proeven van von Bezold, Roussy en Cohnheim-Rechberg is eene nerveuse inhibitie, door de knelling of snoering veroorzaakt" *).

Wij hebben in de voorgaande hoofdstukken nagespoord, hoe het hart met ischaemischen wand zich verhoudt. Wij hebben dit echter gedaan aan het blootgelegde hart. Geldt het gevondene nu in dezelfde mate voor het hart, dat in den ongeopenden thorax besloten is? Het ware denkbaar, dat de hoogere temperatuur alsdan eenige wijziging in de bedoelde verhoudingen zou kunnen brengen. Immers, het uitgesneden hart van een pas gedood dier blijft bij kamertemperatuur langer kloppen †), dan in-

---

*) Tot zekere hoogte kunnen deze experimenten dus met de eerste proef van Stannius vergeleken worden.

†) Het uitgesneden hart staat in den regel zeer vroeg stil, veel vroeger dan het hart met ischaemischen wand in onze proeven. Volgens

dien het tot 37° wordt verwarmd. Ook de prikkelbaarheid van de hartspier voor mechanische en galvanische prikkels verdwijnt spoediger bij 30—38° C. dan bij 14—20° C. *). Die verschillen zijn vrij aanzienlijk. Doch zelfs al bracht men met het oog hierop eene correctie aan in de resultaten onzer proeven †), er zou toch nog altijd een tijdsverloop van meerdere minuten overblijven als termijn voor de functie van het ischaemische hart, dat in den gesloten thorax tegen elke afkoeling wordt beschut. Het moment, dat wij zooeven ter sprake brachten is de eenige bekende factor, die het blootgelegde hart een langer voortduren zijner pulsatiën zou kunnen verzekeren. Alle andere momenten zullen juist in omgekeerde richting werken en eerder den stilstand vervroegen, dan voorkomen. Voor zoover deze verhoudingen zich ten minste laten beoordeelen, kunnen wij dus besluiten, dat ook het in den gesloten thorax gelegen hart door ischaemie van zijnen wand niet onmiddellijk tot stilstand zal worden gebracht.

Het is niet onbelangrijk om uit het nog lang voortkloppen

Czermak en Piotrowsky (Meissner's Ber. 1857, p. 474) stond het in 60 gevallen gemiddeld na 11 min. 46 sec. stil. Reeds veel vroeger is het tempo echter zoodanig verlangzaamd, dat zijn toestand niet meer met dien in onze proeven kon vergeleken worden. Deze vroegere stilstand wordt misschien teweeg gebracht door prikkeling van doorgesneden vagustakjes, die nu met de lucht in aanraking zijn. Vulpian (Meissner's Ber. 1859, p. 530) schreef indertijd den vroegen stilstand van het kikvorschhart in oplossing van 1 pct. keukenzout aan soortgelijke oorzaak toe. Ook het wegvallen van den druk tegen de binnenvlakte werkt misschien mede (proef van Haller, waarin de rechter hartshelft bloedledig werd gemaakt: hier stond het rechterhart vroeger stil dan het linker, het omgekeerde dus van wat gewoonlijk geschiedt).

*) Panum, Bibl. f. Læger 4e R. X. p. 62.

†) De afkoeling was bovendien in onze proeven niet zeer groot, omdat het stroomende bloed het hart van de holte uit bleef verwarmen en hierin dikwijls door overgieten met warme olie werd ondersteund.

van het zoogdierhart, indien zijn wand aan de circulatie is onttrokken, eenige gevolgtrekkingen te maken voor de physiologie der hartbeweging. Onze proeven stelden ons immers in staat het hart gade te slaan, terwijl het van de algemeene stofwisseling gescheiden functioneerde. De weerstand, aan de zich contraheerende spier geboden, de druk tegen de binnenvlakte, de eigenaardige ligging, het verschuiven der omgevende deelen, in één woord de mechanische verhoudingen, ondergingen geene wezenlijke veranderingen, het chemisme daarentegen werd geheel gewijzigd. Van eene inwendige ademhaling van eenige beteekenis is geen sprake meer. De lymphstroom verwijdert slechts zeer onvolledig de oplosbare stofwisselingsproducten, die vroeger door het bloed werden weggevoerd. Toevoer van stoffen, die het hart op den duur voor de uitoefening zijner functie behoeft, kan niet meer plaats hebben of is nog slechts in zeer beperkte mate mogelijk, en wel door diffusie van de lymphe in het afgesloten gebied met die der omgeving. Het hart is, als ware het, van zijne chemische wisselwerking met het lichaam beroofd, terwijl het zijne gewichtige plaats in het vaatstelsel heeft behouden.

Zoo groot als het aantal feiten is, dat men sedert Stannius en Bidder omtrent de innervatie van het hart van den kikvorsch heeft verzameld, zoo weinig talrijk zijn de gegevens ten opzichte van het zoogdierhart. Wanneer wij ons eene voorstelling willen vormen van de wijze, waarop de beweging van dit laatste tot stand komt, verkeeren wij dientengevolge in groote moeielijkheden. Men is geneigd theoriën voor het hart van den kikvorsch min of meer gegrond, ook op het zoogdier toe te passen. Onderzoeken wij, in hoeverre dit geoorloofd is.

Vier voorname eigenschappen hebben de harten van hoogere en lagere werveldieren gemeen: 1°. hunne periodieke beweging; 2°. het voortpulseeren gedurende zekeren tijd na uit het lichaam te zijn verwijderd; 3°. de tijdelijke verlangzaming en den stilstand door vagusprikkeling; 4°. den rhythmus.

Met dit viertal zullen wij dus bij het vormen eener voorstelling vooral rekening hebben te houden.

Vroeger heeft men gemeend, dat deze vier gewichtige attributen van het hart der werveldieren het best zouden kunnen worden toegelicht, door het orgaan te vergelijken met een geheel systeem van spieren en zenuwen. Het hart zou zijn analogon vinden in den beweegtoestel voor de ademhaling, samengesteld uit ademhalingsspieren, medulla oblongata en verbindende zenuwen *). De hartspier zorgt voor de beweging van het bloed, zooals de ademhalingsspieren voor de beweging der longlucht. Beider functie is periodiek, geschiedt in zekeren rhythmus, kan versneld en verlangzaamd worden. De kern der analogie ligt echter in de onderstelling van een zenuwcentrum in het hart, dat op soortgelijke wijze werkzaam zou zijn, als de medulla oblongata. Wordt nu deze hypothese met noodzakelijkheid geëischt door de verschijnselen, die wij aan het hart waarnemen?

Het uitgesneden hart blijft eenigen tijd voortkloppen, ook indien alle bekende prikkels afwezig zijn. Hieruit volgt — zoo men de afwezigheid van prikkels mag aannemen —, dat de oorsprong van de samentrekkingen binnen het orgaan zelf gelegen moet zijn †). De beweging van het hart is verder periodiek. De innerlijke oorzaak, die haar teweegbracht moet dus intermitteerend gewerkt hebben, of wel, zelve continueel, verwekte zij door de bijzondere inrichting van het orgaan een periodiek effect. De laatste mogelijkheid is hier waarschijnlijk verwezenlijkt. Er zijn verschillende omstandigheden, die daarvoor pleiten.

Vooreerst is het misschien wel eene eigenschap van de

---

*) Zie b. v. Ed. Weber in Wagner's Hdwb. der Physiol. art. Muskelbewegung. III. 2. p. 34.

†) Donders, het verloop der vertraging in de hartswerking, bij momentaneele vagus-prikkeling. Nederl. Archief van Donders en Koster. IV 1869. p. 353.

spier in het algemeen om, onder bepaalde omstandigheden, op continueele prikkels met periodieke contracties te antwoorden. Zoo kunnen b. v. willekeurige spieren, die in geen verband meer staan met hun centrum, het ruggemerg, periodieke, zoogenaamd rhythmische, contracties uitvoeren. Dit verschijnsel is herhaaldelijk geconstateerd *), en ook in den loop onzer proeven hebben wij het aan blootliggende Mm. pectorales waargenomen. Men is wel gedwongen hier aan eene prikkeling der verdroogende en afstervende motorische zenuwen te denken, welke prikkeling noodzakelijk continuëel moet zijn †). Het intermitteerende van het effect dient dus hier als eene eigenaardigheid van de spier te worden opgevat §). Het feit moge aanvankelijk bevreemden, het staat in het minst niet alleen. In de vroegere perioden van het embryonale leven worden periodiek-rhythmische bewegingen aangetroffen, terwijl er van zenuwen of zenuwcentra geen sprake kan zijn. Het hart klopt reeds voor het nog rood bloed bevat, d. w. z. tegen het einde van den tweeden dag **).

---

*) O. a. door Schiff, Modus der Herzbewegung. Arch. f. phys. Heilk. 1850. Bd. 9, p. 25, in de borstspieren van raven, wier hersenen en ruggemerg waren weggenomen, en in de mm. intercostales van eene jonge kat. Ook later in de uitgesneden spieren. Voorts door Brown-Séquard aan het diaphragma en intercostales van allerlei zoogdieren. Journ. d. Phys. 1859. T. II. p 115, door Ranvier aan den M. triceps humeralis van een konijn na korte prikkeling met een inductiestroom. Progrès méd. 1879. p. 683.

†) Een dunne spier, b. v. sartorius in aq. destill. geworpen, voert rhythmische samentrekkingen uit, die in physiologische zoutsolutie ontbreken. Hermann's Hdb. I. 1. 113.

§) Donders, l. c., vergelijkt de periodieke pulsaties van het hart met den tetanus van eene willekeurige spier. In beide gevallen opeenvolging van stootsgewijze samentrekkingen, maar in het eerste geval elk afzonderlijk gebleven, in het laatste ineengevloeid. Prof. Donders ziet in het periodieke van beide eene algemeene eigenschap van de ontlading van gangliëncellen. Daar in de gevallen in den text vermeld, geen gangliëncellen in het spel kunnen geweest zijn, worden wij er toe geleid de eigenschap aan de spier toe te kennen.

**) Preyer, Congrès Amsterdam. 1879. I. p. 544.

Dan is de pulseerende buis gevuld met een kleurloos plasma *). In die embryonale tijdperken zijn echter spier- en zenuwfunctie nog zeer onvolkomen gedifferentieerd †).

Sedert eenige jaren zijn er feiten aan het licht gekomen, die er op wijzen, dat ook de hartspier het vermogen tot periodieke contracties bij continueel werkenden prikkel bezit. Reeds Eckhard heeft in 1858 aangetoond, dat zoo men van de kamer van een kikvorschhart het onderst gedeelte afknipt en het in eenen sterken constanten stroom inlascht, deze spiermassa periodieke contracties gaat vertoonen §). Die zoogenaamde kamerpunt bevat geen gangliëncellen. De stroom werkte zeer gelijkmatig, want een daarnevens in de keten gebrachten Ischiadicus met spier bleef volkomen in rust. Het verschijnsel bleef den ontdekker geheel onverklaarbaar. Ludwig en zijne leerlingen **) bewezen later, dat prikkels van allerlei aard in dit gedeelte van het kikvorschhart eene reeks periodieke contracties te voorschijn kunnen roepen. Prof. Engelmann vond het phaenomen ook aan den bulbus eigen. Ranvier ††) bracht het teweeg door Faradische stroomen van middelmatige sterkte, die hij voortdurend liet inwerken. De laatste onderzoeker pastte dezelfde wijze van prikkeling ook op het onderste kamersegment van het zoogdierhart toe en het gelukte hem werkelijk, daarin periodieke

---

*) Dareste, Recherch. sur la production artificielle des Monstruosités Paris 1877. Chap. Dualité norm. et tératolog. du coeur.

†) Cl. Bernard, Pathol. expérim. 1872 p. 140. Jonge visschen, ten koste hunner navelblaas levend, zwemmen in curare-water ongedeerd rond; het hoenderembryo voert bij verwarming levendige spontane bewegingen uit op een oogenblik, dat de zenuwen voor electrische prikkels onontvankelijk zijn.

§) C. Eckhard, Ein Beitrag zur Theorie der Ursachen der Herzbewegung. Beiträge zur Anat. und Phys. 1e Bd. 2es Heft. 7e Abth. p. 147.

**) Verg. Aubert in Hermann's Hdb. IV. 1. p. 369.

††) Ranvier, Leçon d'Anat. gén., receuillie par Rénaut. Progrès Méd. 1879, p. 679.

pulsaties te voorschijn te roepen. In dit spiergedeelte zullen echter vermoedelijk wel gangliëncellen vervat zijn geweest.

De hartspier, ook van het zoogdier, deelt dus in de algemeene eigenschap van spieren *) om soms met periodieke contracties te antwoorden op een continuëele prikkeling. Die eigenschap openbaart zich wel is waar niet bij elke wijze van prikkeling en elken staat van prikkelbaarheid, maar het is mogelijk, dat zij zich juist in de hartspier bijna constant doet gelden. Dit wordt b. v. waarschijnlijk gemaakt, doordat in de hartspier een eigenlijke tetanus niet voorkomt †). In elk geval eischt de periodiciteit van den motus cordis slechts eene continueele prikkeling, wier oorsprong even goed binnen, als buiten het hart zou kunnen liggen §).

Wij hebben tot nu toe slechts twee der straks genoemde cardinale eigenschappen van het kikvorsch- en zoogdierhart in het oog gevat. Bij alle werveldieren wordt, voor zoover wij kunnen nagaan, de hartslag door prikkeling van eene bepaalde hersenzenuw vertraagd en ten slotte tot stilstand gebracht. Men noemt dit kortweg vaguswerking, omdat de betrokken hersenzenuw tot de vagusgroep behoort, al beantwoordt zij ook niet altijd aan den anatomischen N. vagus. Bij de zoogdieren is het de N. accessorius, die de vaguswerking tot stand doet komen **). Het is voornamelijk op grond van dezen bedwingenden invloed van den N. vagus (of Accessorius, zoo men wil), dat men algemeen zich gedrongen gezien heeft een afzonderlijk zenuwcentrum in het

---

*) Brown-Séquard, Journal de la Physiologie. T. II. 1859, p. 115.

†) Zie de vergelijking van Prof. Donders. Noot p. 116.

§) Buiten het orgaan liggen zij b. v. voor de lymphharten van den kikvorsch, want deze staan onmiddelijk stil, wanneer zij van de omgevende zenuwen worden geïsoleerd of het ruggemerg wordt verwoest (Cl. Bernard, Phys. opératoire, p. 381). De lymphharten der schildpadden blijven doorkloppen, wanneer de hersenen zijn weggenomen; hoe zij zich bij verwoesting van het ruggemerg gedragen, vermeldt hun ontdekker, Joh. Müller (Berl. Akad. 1839, p. 31), niet.

**) Donders, Archief van Donders en Koster. 3e Jaargang. 1868. p. 473.

hart aan te nemen, dat tot zekere hoogte met de spinale centra overeen zou komen. De gangliëncellen, die kort te voren door Remak waren ontdekt, konden gevoegelijk als de anatomische zetel van dit centrum worden beschouwd. Nog meer werd men in deze opvatting versterkt, toen Prof. Donders *) en Dr. Prahl †) afdoende bewezen, dat de vaguswerking een lange latentie van $^1/_6$ sec. vertoont. Ook nu nog hebben deze bewijsgronden zooveel gewicht, dat men, ook dan, wanneer het periodieke der beweging in eene eigenaardigheid van de spier zijn oorzaak vindt, genegen is de vagus door tusschenkomst juist van gangliëncellen zijnen invloed op dien rhytmus te doen uitoefenen. Deze zienswijze wordt b. v. gehuldigd door Ranvier §); hij acht haar mede toepasselijk op de sympathicuswerking. Zoo men de hypothese aanneemt, en voorloopig heeft zij alle waarschijnlijkheid voor zich, dan zijn ook deze gangliën de aangewezen plaats tot uitgangspunt van den bewegingsprikkel, die de periodieke samentrekkingen tengevolge heeft. De gangliëncellen vervullen op die wijze een dubbelen rol, naast reguleerende zijn het ook exciteerende centra. Of deze exciteerende functie automatisch, dan wel reflectorisch tot stand komt blijve geheel ter zijde.

De vierde eigenschap van het hart der werveldieren is de rhythmus. Wij verstaan onder dit woord de opeenvolging van de contracties der afzonderlijke onderdeelen van het hart in eene bepaalde volgorde. Die volgorde is nagenoeg dezelfde voor alle klassen; kleine verschillen kunnen echter worden opgemerkt. Zoo valt de systole der kamer van het kikvorschhart eerst in, nadat de systole van den boezem geheel is afgeloopen, bij de zoogdieren daarentegen reeds veel vroeger **). Daar verkee-

---

*) Donders, Archief 3e Jaargang 1868, p. 467.

†) Prahl, Archief. 4e Jaargang 1869, p. 201.

§) Ranvier, Leçon recueillie par Rénaut, p. 682. Progrès Méd. 1879.

**) Deze inrichting is volgens Schiff, Modus der Her bewegung, Arch.

ren op zeker oogenblik alle 4 afdeelingen in samengetrokken toestand en ontspannen zich de boezems tegen het einde der kamercontractie, niet voor dien tijd *). Ook deze rhythmus wordt algemeen tot eene eigenschap der hartgangliën teruggebracht, want mogen al de massale contracties der kamers, bij het zoogdier, zoowel als bij den kikvorsch aan eene zeer snelle peristaltiek worden toegeschreven †), de overdracht der samentrekking van boezem op kamer zou door gangliën geschieden §). Wij zien dus, dat èn het voortduren der pulsaties, gedurende minstens een paar minuten na het uitsnijden, niettegenstaande alle prikkels van buiten ontbreken, èn de vaguswerking, èn wellicht de rhythmus, ons nopen in het hart der werveldieren een eigen bewegingscentrum aan te nemen. Tot zekere hoogte is dit centrum analoog aan de cerbrale en spinale centraalorganen en er bestaat voorloopig geen bezwaar het de intracardiale gangliëncellen tot anatomischen zetel aan te wijzen **).

De onderzoekingen, waarvan wij in dit proefschrift verslag hebben gegeven, doen een eigenschap van dit centrum nader kennen. A priori was het, volgens de meest gewone be-

---

f. Phys. Heilk. 1850, p. 226, zeer dienstig om kleine defecten in de valvulae venosae te compenseeren.

*) In Proef N°. 1, Bijlage III B, zagen wij de systole der boezems geheel aan die der kamers voorafgaan.

†) Engelmann, Pflüger's Arch. Bd. 11. 1875. p. 480.

§) Ibidem, p. 465 noot.

**) Reeds twaalf jaar geleden opperde Henle in de inleiding van zijne Nervenlehre (Hdb. d. Syst. Anat. III. 1871, p. 10 etc.), twijfel omtrent het karakter van initiatief, dat gewoonlijk aan de functie der gangliën wordt toegeschreven. Hij acht het der overweging waard of misschien niet de witte zelfstandigheid der centraalorganen de eigenlijke zetel van prikkeling en reflex is en de gangliën slechts knooppunten zijn, waar meerdere zenuwvezels haren toestand van prikkeling uitwisselen en van waaruit zij tevens gevoed worden. S. Mayer (Hermann's Hdb. II, 1, p. 280 etc.) schijnt mede deze hypothese toegedaan. Mocht zij later juist blijken, dan zou daardoor ook het automatische en reflectorische hartcentrum eene andere localisatie verkrijgen.

schouwingswijze, zeer onwaarschijnlijk, dat een zenuwcentrum van een warmbloedig dier den bloedstroom langen tijd zou kunnen ontbeeren. In onze proeven deelde echter het hartcentrum, waar het ook gelegen mag zijn, in de ischaemie, die wij achtereenvolgens in alle deelen van den hartwand hebben verwekt. Wat a priori onwaarschijnlijk scheen zal men derhalve a posteriori moeten toegeven, want onze bevindingen waren in dit opzicht zoo duidelijk mogelijk. Niet alleen, dat het hart, met behoud van zijnen rhythmus, 15 tot 60 min. bleef voortkloppen, wij vonden nog 15 min. nadat de hartwand grootendeels van bloed was beroofd de vagus nog krachtig werkzaam. De op p. 122 in den text beschreven proef is hiervan een voorbeeld. Welnu, de vaguswerking is stellig wel het geldigste bewijs voor de hypothese van een intracardiaal hart-centrum. Het besluit is voorzeker gewettigd, dat dit centrum langen tijd functioneeren kan, onafhankelijk van den bloedstroom. Het verkeert derhalve in dit opzicht in geheel andere omstandigheden dan de spinale en cerebrale centra, die zelfs geen fractie eener minuut den toevoer van bloed ontbeeren kunnen *).

Nog eene andere eigenaardigheid van het intracardiale zenuwstelsel hebben wij in onze proeven opgemerkt. In de gevallen, waar het hart kort na de knelling of omsteking

---

*) Men zou ons hier kunnen tegenwerpen, dat niet elk gedeelte van den hartwand van bloed beroofd is geweest en in het nog toegankelijk gebied wellicht de gangliën gelegen waren, die de pulsatiën onderhouden. Prof. Engelmann maakt er opmerkzaam op, dat de systole moet beschouwd worden als eene fibrillaire contractie, die zich met groote snelheid, als eene moleculaire verandering, van spiercel tot spiercel voortplant. Dan is eene enkele gangliëncel voldoende om de contractie te bewerkstelligen. Die enkele gangliëncel kon nu wel eens juist door een klein takje van den Truncus a. cor. sin. verzorgd worden, dat bij onze afbindingen steeds aan de snoering of klemming ontsnapte. Alhoewel dit zeer onwaarschijnlijk is, moeten wij toch de mogelijkheid toegeven. De proef, die Panum in 1857 deed en tot dezelfde uitkomst leidde als waartoe wij zijn geraakt, waarborgt hiertegen echter voldoende.

zijne pulsaties plotseling staakte, konden wij onmiddelijk na den stilstand in het orgaan een toestand observeeren, waarin het zich op zeer bijzondere wijze tegenover prikkels gedraagt. Terwijl het kloppende hart bij lichte aanraking geen ander verschijnsel vertoont dan eene geringe verlangzaming van het tempo, die zich na 1 of 2 slagen weer verliest; het door gewone vagusprikkeling of door asphyxie zoo even tot stilstand gebrachte hart bij prikkeling eene enkele volledige pulsatie uitvoert; en zelfs uren na den algemeenen dood het hart zich plaatselijk contraheert, wanneer men het aanraakt; — bracht in den toestand, dien wij boven bedoelden, prikkeling van welken aard ook niet de minste verandering te weeg. Na eenige oogenblikken wachtens echter, zag men spontaan bewegingen verschijnen. Het waren eigenaardige peristaltische contracties, die van vezel tot vezel voortliepen en zich periodiek herhaalden. Zooals wij vroeger opmerkten, beschreef Vulpian haar het eerst als undulaties. Zij zijn levendiger in het voor bloed toegankelijke gedeelte van den hartwand, dan in dat, waarvan de arterie is afgebonden. Deze undulaties kunnen in een hartshelft voorkomen op hetzelfde oogenblik, dat de andere hartshelft zich op de gewone wijze samentrekt. Ook kunnen zij afwisselen met systolen, zóó, dat men massale pulsaties waarneemt van hetzelfde hartgedeelte, waarin men even te voren undulaties had opgemerkt. In het geval, waarop wij hier doelden (Bijlage II A, N°. 4) ontstonden de undulaties telkens in den wand der rechter kamer, wanneer men den linker ventrikel aanraakte. Ook de pulsaties der boezems zagen wij plotseling door undulaties vervangen worden, wanneer zij door eenen inductiestroom direct werden geprikkeld *). Daarentegen bedwong de Faradische stroom de undulaties ter plaatse waar zij eens bestonden †).

---

*) Bijl. III A, N°. 5.

†) ibidem.

Zoo men in navolging van Prof Engelmann *) zich de systole, in het algemeen elke massale contractie van de hartspier, opgebouwd denkt uit een snelle opeenvolging van locale samentrekkingen, dan is het duidelijk, dat deze undulaties als systolen met verlangzaamde voortplanting der fibrillaire contracties moeten worden opgevat. Terwijl in normale omstandigheden de toestand van samentrekking zich uiterst snel van vezel tot vezel verbreidt, geschiedt dit nu zoo langzaam, dat een tijdsverschil tusschen de elkaar opvolgende contracties merkbaar wordt. Dit veranderd voortschrijden kan soms de uitdrukking zijn van een afsterven van het hart en dit was zonder twijfel het geval bij de undulaties, die Vulpian waarnam. Maar wanneer de verlangzaamde geleiding plotseling optreedt, weinige secunden na den stilstand, kan men dit toch moeielijk een afstervingsverschijnsel heeten. Brengt men deze beschouwing dan in verband met de waarnemingen, die wij zoo even hebben meegedeeld, met het ontstaan van undulaties in een kloppende boezem of kamer bij mechanische prikkeling van een geheel ander punt der hartoppervlakte, en aan den anderen kant met het bedwongen worden der undulaties door den Faradischen stroom, dan komt men er als van zelf toe om deze eigenaardige hartcontracties op te vatten als onvolledig bedwongen systolen. Daar het verschijnsel zelve echter nog menig duister punt aanbiedt, en dus nog op nadere onderzoekingen wacht, geloof ik niet, dat wij wel zouden doen hierover verder uit te weiden, te meer niet, omdat, zoo onze opvatting bevestigd werd, daaruit eene gevolgtrekking zou voortvloeien, omtrent den aard van het proces, dat aan de inhibitie van de hartfunctie ten gronde ligt. De snelheid, waarmee de toestand van contractie zich in de hartspier van vezel tot vezel voortplant, is een attribuut van de spier en niet van de gangliën van het hart. En zoo nu mocht blijken, dat de inhibitie van

*) Engelmann, Pflüger's Arch. Bd. 11. 1875. p. 465 sqq.

de hartfunctie in laatste instantie eene wijziging van dit geleidingsvermogen is, zou niet alleen de vorm der beweging, maar ook de wijze, waarop die beweging soms bedwongen wordt, tot eene eigenschap van de spier zijn teruggebracht. Deze uitkomst zou zeer opmerkelijk zijn. De gegevens, die wij tot nog toe konden bijeenzamelen, zijn echter te onvoldoende om er iets meer dan een vermoeden op te willen gronden.

BIJLAGEN.

BIJLAGE I.

Litteratuur over ischaemia cordis.

A. von Haller, Elem. Physiologiae, Lausannae Bousquet 1757, Li IV. Sect. V, § 19. T. 1, p. 503.

J. Erichsen, London Med. Gaz. July 1842, vertaling in Froriep's Neue Notizen Bd. 24, N°. 520, ed. Nov. 1842.

M. Schiff, Der Modus der Herzbewegung. Arch. f. Phys. Heilkunde. Bd. 9, p. 38. 1850.

R. Virchow, Gesammelte Abhandlungen, p. 303 sqq.

P. L. Panum, Experimentelle Bidrag N°. 9. Dahlerup's Bibliothek for Læger IVe Række. Bind X, p. 107. 1857.

F. Goltz, Ueber die Ursachen der Herzthätigkeit, Virchow's Archiv. Bd. 23, p. 489. 1862.

P. L. Panum, Experimentelle Beiträge zur Lehre der Embolie, Virchow's Archiv. Bd. 25, p. 308. 1862.

A. von Bezold, Von den Veränderungen des Herzschlages nach Verschliessung der Coronararterien. Untersuchungen aus dem Physiol. Laborat. in Würzburg (2es Heft), IV, p. 256.

B. Samuëlson. Ueber den Einflusz der Coronararteriën-verschliessung auf die Herzaction. Zeitschr. f. klin. Med. v. Frerichs und Leyden. Bd. II, p. 12, 1881. Vorl. Mitth. Cbl. d. med. W. 1880, p.209.

B. Roussy, Rech. cliniques et expérimentales sur la pathogénie de l'angor pectoris par rétrécissement ou occlusion des artères coronaires du coeur. Thèse, Paris, Dérenne, 1881.

J. Cohnheim und A. v. Schulthess-Rechberg, Ueber die Folgen der Kranzarteriënverschliessung für das Herz. Virchow's Archiv. Bd. 85, pag. 503. 1881.

Bochefontaine Revue intern. des sciences nat. T. VIII, N°. 10, volg. ref. Biolog. Cbl. Bd. I, N°. 24, 1882.

H. Newell Martin & W. F. Sedgwick, Observ. on the mean pressure and the characters of the Pulse-Wave in the coronary arteries of the Heart. Forster's Journ. of Phys. Vol. III. N°. 3, 4. Jan. 1882.

BIJLAGE II.

PROEVEN OP KONIJNEN.

A. VOLGENS DE METHODE VAN VON BEZOLD.

N°. 1.

Jong, tenger konijn. Tracheotomie en wegnemen van het sternum liep zonder bloeding af. Pericardium geopend en aan de randen der thoraxwonde bevestigd.

Auricula sinistra naar links getrokken; daarbij wordt zij eenigszins verwond en ontstaat eene bloeding, die door een Ludwig's klempincet wordt gestuit. A. cor. magna met een schuifpincet afgeklemd, hetgeen na eene mislukte poging waarschijnlijk goed gelukt.

Stilstand van het hart 1½ min. na afklemming, in diastole.

In de Aorta wordt een dunne brij van gips en melk, zorgvuldig afgewreven, maar niet gecoleerd, geïnjiciëerd. De witte vloeistof vult de A. cor. dextra, het geheele gebied van de A. coronaria sin. daarentegen blijft ledig. Het schuifpincet wordt hierop weggenomen; onmiddelijk dringt de injectie-massa ook in de A. cor. sin. en vult dit vaatgebied geheel. (12 Dec. 1882).

N°. 2.

Jong, tenger konijn. Tracheotomie en wegnemen van het sternum zonder noemenswaardige bloeding. Pericardium geopend en aan randen der thoraxwonde bevestigd. De auricula sinistra presenteert zich slecht, daar het hart te veel naar links geroteerd is.

Auricula sinistra met stomp pincet gevat en naar links getrokken. Een schuifpincet, links naast de A. pulmonalis gezet, vat klaarblijkelijk de A. cor. magna niet. Een klempincet iets meer links in den sulcus atrioventricularis sluit vermoedelijk bedoelde arterie totaal, want de linkerkamer verbleekt. Na 1½

minuut staat de linkerkamer stil, terwijl de rechter doorklopt. Algemeene klonische krampen. Of onmiddelijk voor den stilstand de pulsatie links arhythmisch was en of er terstond woelbewegingen op volgden werd niet opgemerkt. Zeker is het, dat na een kort tijdsverloop, naar schatting 1 à 2 min. woelbewegingen in beide ventrikels zichtbaar waren, terwijl beide boezems langzaam maar regelmatig doorklopten.

Een paar min. later waren de woelbewegingen door pulsaties vervangen; de frequentie der linker kamer bedroeg 11 à 13 puls. in 10 sec., terwijl de linker boezem in denzelfden tijd 20 à 23 puls verrichtte. Deze periode van energieke samentrekkingen duurde ongeveer 2 min. en maakte toen plaats voor woelbewegingen in de kamers, terwijl de boezems doorklopten.

Na 10 min. werd de proef gestaakt. Er bewoog zich toen geen bloedstroom meer in de A. femoralis (wellicht was dit reeds geruimen tijd het geval).

Hart voorzichtig uit den thorax gelicht. In de Aorta wordt de gipsbrij van Cohnheim geinjicieerd, na vooraf door flanel te zijn gefiltreerd. Zoowel A. cor. dextra als sin. vullen zich met de witte massa.

Aanmerking. De contrôle door injectie ontbreekt hier, daar het Ludwigsch klempincet bij het manipuleeren van het hart ter voorbereiding der injectie waarschijnlijk verschoof en zoo de arterie vrij liet, die het oorspronkelijk had dichtgekneld.

Het geheele verloop der proef, maar meer overtuigend het zeer duidelijk verbleeken van het hart wijst er op, dat de klemming oorspronkelijk volkomen doel trof. De sluiting der arterie moet niet gedurende het experiment maar eerst daarna, bij de injectie, zijn opgeheven. Anders zouden de kamercontracties niet slechts tijdelijk maar voor goed zijn teruggekeerd. Deze overwegingen hebben m. i. zoo groote waarschijnlijkheid, dat moge het experiment, wegens de ontbrekende contrôle, al niet geheel gelijk gesteld worden met dat, hetwelk wij als type aannemen en wij boven in den text hebben opgenomen, het evenmin als daarmee in strijd kan beschouwd worden.

(13 Dec. 1882).

N°. 3.

Klein, krachtig, mannelijk konijn. Tracheotomie en wegneming van het sternum zonder noemenswaardige bloeding. Pericardium geopend en aan de randen der thoraxwond bevestigd. Linker hartoor presenteert zich slecht.

Auricula sinistra met stomp pincet gevat en te voorschijn getrokken. Links naast den Bulbus pulmonalis wordt een schuifpincet in het spiervleesch gezet. (Bloeding uit het linker hart-

oor, door een klempincet gestuit). In een tijdsverloop van 2 tot 4 minuten na de klemming, worden de pulsatiën verlangzaamd en asymmetrisch, zoodanig, dat de linker ventrikel slechts nu en dan eene pulsatie maakt en de rechter ventrikel een zeer traag tempo heeft. Na nog ongeveer 1 min. herleeft de hartslag weer om nu gedurende 20 à 25 min. regelmatig, doch langzaam voort te kloppen. Daarbij dilateeren zich beide ventrikels langzamerhand ad maximum.

Bij het inzetten van het schuifpincet verbleekte de geheele voorvlakte van het hart eenigszins, zoowel rechts als links; de R. descendens A. cor. sin. eerst als gevuld vat gezien, is nu slechts eene afgeplatte witte streng; de begeleidende venae zijn sterk gevuld. Daarna neemt de geheele voorvlakte allengs weer een eenigszins blauwroode tint aan, die later meer rose wordt (gelijktijdig met het aanzwellen der ventrikels).

Na 25 min. wordt het schuifpincet weggenomen. Verandering in de vulling der venae cononariae wordt niet opgemerkt, evenmin verandering in den hartslag. Nogmaals aangezet, evenmin verandering. Wederom weggenomen en ten derden male aangezet hernieuwt zich de bloeding uit den boezem zoo hevig, dat krampen optreden en wij de proef staken.

Conclusie. Daar hier onmogelijk uitgemaakt kon worden of de klemmingen de A. cor. magna hadden gesloten, ja dan neen, leert dit experment weinig meer dan het vorige (N°. 2). In elk geval blijkt er uit, dat knelling van de regio coronaria, afgescheiden van sluiting der op die plaats verloopende arterie nog niet noodzakelijk stilstand van het hart tengevolge heeft.

(27 Dec. 1882).

N°. 4.

Gezond konijn. Tracheotomie. Sphygmoscoop zonder tegenspoeden met de Carotis sinistra in verbinding gebracht. Te 3 ure 50 min. het geheele sternum weggenomen en het geopende pericardium aan de randen der thoraxwond vastgehecht Voor de opening van den thorax bedroeg het aantal pulsatiën 25 in 5 sec. Zij waren zeer regelmatig, in de curve is de dicrotische golf zeer fraai zichtbaar. Na opening van thorax en pericardium was de frequentie onveranderd, nog 25 in 5 sec., maar de pulsatiën waren merkbaar vlakker geworden. Het dicrotisme is ook nu nog in de curve duidelijk uitgedrukt. De hartswerking is volkomen regelmatig. Om het effect van eenen geringen mechanischen prikkel te bestudeeren, raken wij de oppervlakte der kamers nu en dan met een stomp voorwerp, eene sleufsonde, het hecht van een scalpel etc. aan. Telkens veroorzaakt dit eenen zeer kortstondigen stilstand, die zich in de tracé als

eene langere diastolische daling aanteekent. Deze verlenging van de afdalende polshelling bepaalt zich niet tot één slag, maar is, ofschoon in geringer mate, ook nog in de een of twee volgende merkbaar.

Met een sterk veerend Ludwigsch klempincet wordt de regio atrioventricularis links naast den Bulbus pulmonalis geklemd. Op het oogenblik van de manupulatie zelf bijkans geen stoornis in de hartswerkiug, de curve b. v. vertoont niet de minste onregelmatigheid. Eenige oogenblikken later bestaat nog dezelfde frequente als te voren, 25 puls in 5 sec. Na 3 min. wordt klempincet weggenomen, mede zonder wijzigingen in de hartswerking. (Zoowel voor als na het wegnemen 23 à 24 puls in 5 sec., secundaire golf nog steeds duidelijk).

Een paar minuten later wordt het klempincet op nieuw op de atrioventriculairgrens links naast den Bulbus geplaatst. Het gevolg zijn alleen enkele onregelmatigheden, zooals bij eenvoudige aanraking; geen eigenlijke veranderingen in frequentie (blijft 23 à 24 in 5 sec.). Na 2 min. wordt ook deze klemming weer opgeheven.

Wederom 2 min. later ten derde male geklemd, eveneens zonder eenig gevolg. De frequentie is nog altijd 24 in 5 sec., de amplitudo der pulsatiën blijft onveranderd, de secundaire golf is steeds zichtbaar. Na 2 min. ook deze klemming opgeheven.

Ten slotte wordt nu op den R. descend. A. cor. sin. een pincet à bec de souris geplaatst; het vat de arterie tusschen zijne branches. Het voorloopig resultaat is een weinig onregelmatigheid, als bij aanraking. De frequentie bedraagt 22 puls. in 5 sec.; het katadicrotisme is nu echter duidelijker geworden. Langzamerhand voegt zich daarbij nog een geringer amplitudo der pulsatiën, die na 1 à 2 min. zeer opvallend wordt. Er heeft zich evenwel eene complicatie voorgedaan. Bij de laatste ingrijpen is n.l. de auricula verwond en heeft daaruit nu een aanhoudende, hoewel geringe bloeding plaats.

Geruimen tijd, ongeveer een klein half uur blijft de toestand onveranderd. Te 4¼ ure b.v. is de corneareflex nog zeer duidelijk aanwezig.

4 u. 40 min. 40 puls. in ¼ min.
4 u. 41 min. 35 puls. in ¼ min.

De kunstmatige ademhaling wordt, om redenen buiten de proef gelegen, gestaakt.

4 u. 45 min. 10 slagen in ¼ min.
kort daarop 26 slagen in ¼ min.

Langzamerhand sterven de contractiën uit. Woelbewegingen sluiten zich hierbij niet aan. — Op een oogenblik, dat linker kamer en boezem stilstaan, die der rechterzijde echter nog pulseeren, verwekt een licht wrijven op de voorvlakte van den stilstaanden linker ventrikel snelle woelbewegingen in den wand der rechterkamer, die dan natuurlijk de regulaire pulsatiën vervangen. De laatste keeren spoedig krachtiger terug. Dit verschijnsel wordt driemaal achtereen te voorschijn geroepen. Een andermaal verwekt wrijven op de voorvlakte van den linker ventrikel tijdelijke stilstand rechts. De ventrikels verkeeren na het ophouden der pulsatiën in diastole.

Bij injectie met water van uit de Aorta ascendens, begint in het volkomen stilstaande hart eene reeks regelmatige contractiën, die bij verder voorschuiven van den zuiger weer wordt afgebroken. (Nogmaals aangetroffen in B. N°. 5).

Conclusie. Deze proef toont aan, dat niet al te heftige kwetsing van de omgeving der Aa. coronariae gedurende meer dan een half uur zonder gevolg kan blijven, zelfs al wordt tegelijkertijd de bloedstoevoer naar een onderdeel van het coronairvaatstelsel afgesneden (in casu het gebied van den R. descendens a cor. sin). (13 April 1883).

N°. 5.

Zie text p. 70. (21 April 1883).

B. Volgens de methode van Erichsen.

N°. 1.

Zie text p. 82. (29 Dec. 1882).

N°. 2.

Tenger konijn, Curare, tracheotomie en carotis blootleggen zonder eenige bloeding. Kunstmatige ademhaling. Opening van thorax en hartezakje op de gewone wijze.

Het hart ligt bijzonder gunstig voor de operatie. Auricula sin. en bulbus met stompe voorwerpen op zijde geschoven. A. cor. sin. met een kromme naald (in naaldvoerder gehouden) omstoken. Uit de steekwond spuit arterieel bloed met een fijn straaltje. De arterie nogmaals, nu iets hooger omstoken en gebonden. Arterieele bloeding staat, maar tegelijk ook den hartslag. Dit had aldus plaats: Bij de tweede omsteking werd het hart zeer sterk gedisloceerd en gelukte het doorhalen van naald en draad niet vlot. In plaats van voorbijgaande langzamer te kloppen stonden de kamers bij het daaropvolgend toesnoeren plotseling geheel stil. Na eenige secunden verschenen woel-

bewegingen, levendiger rechts dan links, die slechts 1 of 2 min. aanhielden om de kamers vervolgens volkomen in rust te laten. De boezems pulseerden middelerwijl krachtig voort, en veroorzaakten bij elke stystole eene kleine schoksgewijze uitzetting van de slappe wanden der kamers. Nu en dan vertoonde zich eene enkele kamercontractie, het gelukte echter niet reeksen van contractiën op te wekken. Gedurende de woelbewegingen zetten zich de ventrikels eenigszins uit, eerst de rechter, later ook de linker, zonder dat zij echter een groot volumen bereikten.

Onmiddelijk na de eerste en nog duidelijker na de 2e omsteking verbleekte de geheele linker helft der voorvlakte en ook de punt zeer duidelijk. Deze bleekere kleur (licht bruingeel) bleef tot aan het einde der proef bestaan.

Injectie van uit de Aorta ascendens vulde de A. cor. dexta en hare vertakkingen, maar liet het geheele gebied van de A. cor. sin vrij.

Verg. C, N°. 2. (2 Jan. 1883).

N°. 3.

Krachtig konijn. Tracheotomie zonder eenige opening van den thorax en van het hartezakje op de gewone wijze, met weinig bloeding, nadat kunstmatige ademhaling is ingesteld. Eenig bloed vloeit in het pericardium, dat uitgesponst dient te worden. Bij elke aanraking van het hart met de spons een voorbijgaande verlangzaming van den hartslag. Auricula dextra met een stomp werktuig (kleine vinder) op zijde geschoven en de aorta gevolgd tot aan haren oorsprong. Hier met eene gesteelde naald, die aan haar punt den draad voert de A. cor. dextra omstoken; den draad gegrepen en doorgehaald. Daar wij twijfelden of de arterie in de lus is gevat, nogmaals, nu iets lager, omstoken en daarop toegesnoerd. Na ongeveer ½ minuut neemt de zij- en voorvlakte van den rechter ventrikel eene blauwgrijze kleur aan; de verbleeking geschiedde geleidelijk. Bij aanraking van de voorvlakte van het hart nog steeds verlangzaming van het tempo der pulsatiën voor eenige oogenblikken. Om afkoeling te voorkomen wordt het pericardium volgegoten met lauwwarme olie; het opvloeien der olie heeft op het hart geen merkbaren invloed. Toestand blijft onveranderd. De frequentie van den hartslag vermindert zeer weinig.

Ongeveer 8 minuten na de toesnoering plotseling ophouden der kamerpulsatiën. Dit had plaats onmiddelijk na een licht aanraken van de voorvlakte met een stalen voorwerp, op dezelfde wijze als straks voorbijgaande verlangzaming ten gevolge had. Na eenige oogenblikken woelbewegingen, die links aanwezig, ditmaal rechts nagenoeg ontbreken Tegelijkertijd heeft het dier algemeene krampen. De rechterkamer zwelt aanzienlijk op. Om den invloed van

verhoogden intracardialen druk rechts buiten te sluiten, wordt na ongeveer 1 minuut de Bulbus pulmonalis opengesneden; er stroomt zwartrood bloed uit zonder pulsaties. De undulaties in den kamerwand blijven nog tot ongeveer 15 minuten na de toesnoering, hoewel zwak, zich vertoonen. Weldra volkomen rust beiderzijds. De kunstmatige ademhaling wordt gestaakt In de volgende 15 minuten namen wij van tijd tot tijd een kleine reeks zwakke contracties in den linker ventrikel waar. Bij injectie van de Aorta ascendens blijkt het geheele gebied der A coronaria dextra ontoegankelijk te zijn.

Conclusie. Afbinding van den stam der A. cor. dextra laat toe, dat de pulsaties nog ongeveer 8 minuten voortduren.

(12 Jan. 1883)

No. 4.

Krachtig konijn. Tracheotomie. Kleine sphygmoscoop met carotis dextra in verbinding gebracht. 22 à 23 puls. in 5 sec. met duidelijk katadicrotisme. Het sternum wordt op de gewone wijze, na boven en beneden omsnoerd te zijn geworden, weggenomen. Het aantal pulsatiën nog steeds 22 in 5. sec. Terwijl evenwel het pericardium geopend en aan de randen der thoraxopening wordt vastgehecht, daalt de frequentie tot 19. Aan de voorvlakte van den linker ventrikel namen wij nu met een haakpincet een plooi op en knipten met een krom schaartje pericardium en een oppervlakkig laagje myocardium weg. Dit verwekt geen stoornis in de curve. Daarop brachten wij een druppel acid. aceticum op de wonde plek. Het gevolg was een duidelijke verlangzaming van het tempo een sterker diastolische daling in de curve, die langzamerhand afneemt en zich na 10 of 11 pulsatiën geheel verliest.

De ligging van het hart, zeer hoog in den thorax, is niet zeer gunstig en zoo kost het eenige moeite om door opzijdeschuiven van den Bulbus pulmonalis en aanvatten van het hartoor met een stomp pincet de omsteking mogelijk te maken. De omsteking der A. cor. dextra heeft met de gesteelde naald voorspoedig plaats. Na 4 min. rust wordt daarop de A. cor sin. omstoken. Daarbij ontstaat eene rijkelijke bloeding, die ook door de snel uitgevoerde toesnoering niet geheel gestelpt wordt. Ook de A. cor. dextra wordt nu terstond toegesnoerd (zoo meenden wij althans).

Door het bloedverlies is de polsgolf minder krachtig en de frequente aanzienlijk verlangzaamd. Van 17 in 6 sec. voor omsteking links, wordt zij 9 à 6 daarna. Hoewel voortdurend verzwakkend blijft het hart doorkloppen. De ventrikels zijn daarbij tijdens diastole eenigzins verwijd, de systole geschiedt zeer onvolkomen. De pulsaties van boezems en kamers geschiedden isochroon.

4. u. 56 min. ontsteking links.
4. u. 57 min. toesnoering, achtereenvolgens rechts en links.
5 u. 12 min. 30 puls in ¼ min.
5 u. 18 min. 29 " " " " De carotis wordt aangesneden, er vloeit geen bloed meer uit.
5 u. 23 min. 20 puls. in ¼ min. gedeeltelijk jukbewegingen. De contracties van boezems en kamers hebben nog steeds isochroon plaats.
5 u. 27. min. In boezems wisselen de contractien nu en dan af met woelbewegingen. De contracties der kamers verflauwen meer en meer.

Daar het zich niet laat verwachten, dat verdere observatie van het langzaam afstervend hart voor ons doel veel nieuws zal opleveren, wordt eene canule in de Aorta ascendens gebonden en water van kamertemperatuur geinjicieerd. De bijkans geheel uitgestorvene contracties herleven weer beiderzijds, zonder evenwel zeer krachtig te worden. Bij verder injicieeren staat het hart geheel stil. (Dit verschijnsel werd ook aangetroffen in A N°. 5). Door opvolgende injectie met Berlijnsch blauw blijkt alleen de R. circumflexus dichtgebonden te zijn geweest. (22 April 1883).

N°. 5.

Normaal konijn. Tracheotomie. De kleine sphygmoscoop met de carotis sin. in verbinding gebracht, 25 puls in 5 sec. duidelijk katadicroot. Kunstmatige ademhaling. De thorax op de gewone wijze geopend door het sternum tusschen ligaturen weg te nemen. Eenige bloeding uit de A. mammaria sin. wordt zeer spoedig gestuit. De frequentie bedraagt nu 27 in 5 sec., de amplitudo van de polsgolf is belangrijk afgenomen sedert de thorax open is. De pulsaties zijn echter zeer regelmatig, ook toen het pericardium geopend en aan de randen der thoraxwonde gehecht was (frequ. 25 in 5 sec.).

De ligging van het hart is zeer gunstig. De omsteking met eene in den naaldvoerder gehouden naald gelukt dan ook snel; bij het doorhalen van de naald, vermoedelijk door scheuring van den kamerwand, heeft een vrij groote bloeding plaats, die evenwel bij toesnoering staat. De kneuzing der omgeving was vrij aanzienlijk.

Na de toesnoering gaat het hart, dat reeds terstond na de opening van de borstholte minder krachtig werkte, nog zwakker pulseeren.

1e min. na de toesnoering 22 puls. in 5 sec.
2e " " " " 18 à 22 " " 5 "
3e " " " " 22 " " 5 "
4e " " " " 21 " " 5 "

Na 4 min. treedt plotseling een waar delirium cordis op, snel opeenvolgende onvolledige contracties, die niet alle eene polsverheffing

verwekken, maar zich summeeren tot 6 à 7 golvingen in 5 sec. De amplitudo dezer door summatie gevormde arteriepolsen is bijzonder groot. Zij worden langzamerhand vlakker, eindelijk in de curve onzichtbaar, niettegenstaande de snelle systolen nog zeer duidelijk waarneembaar zijn. 9 min. na de toesnoering krampen, eenige seconden later woelbewegingen in beide kamers. Zij zijn weinig snel, maar zeer volledig d. w. z. omvatten de geheele oppervlakte en veroorzaken eene vrij sterke golving. Zij zijn beiderzijds even duidelijk. Middelerwijl pulseeren de boezems.

Tijdens de algemeene krampen hebben de ventrikels en de linker boezem een grooter volume aangenomen. De uitzetting der rechter kamer bedraagt meer dan die der linker.

De woelbewegingen verzwakken na 2 à 3 minuten, zij wisselen dan soms af met flauwe onvolledige contracties (12 min. na toesnoering).

Ongeveer 17 min, na de toesnoering, 8 min. na den stilstand herleven de kamerpulsaties weer, hoewel zwak, isochroon, onderling en met den boezems; wij telden 20 in $\frac{1}{4}$ min. Toen zij eenige min. hadden geduurd zonder sterker te worden brachten wij eene canule in de Aorta ascendens en injicieerden met water van kamertemperatuur. De wegstervende pulsatiën werden werkelijk iets duidelijker.

Bij injectie met Berlijnsch blauw blijkt geen der arteriën gesloten te zijn. Eene zone op de grens van rechter en linker kamer aan de voorvlakte van den Bulbus pulmonatie vult zich zeer laat, wellicht waren daarvan de aanvoerende arteries in de lis gesnoerd.

Conclusie. Niettegenstaande de weinige beteekenis der bloeding (veel geringer dan in proef N°. 4) en de volkomen doorgankelijkheid der arteriën stond het hart toch in 9 min. stil. Wel een bewijs voor den grooten invloed van de complicceerende kneuzing der regio corinaire, want dit was, afgescheiden van de praedispositie van het dier, het eenige punt, waarop beide proeven N°. 4 en 5 van elkaar verschilden.

(24 April 1883.)

C. Contrôle-proeven.

N°. 1.

Jong, tenger konijn. Trachea, vagi en sympathici aan den hals gepraepareerd en van draden voorzien. Carotis sin. blootgelegd en met den sphygmoscoop in verbinding gebracht. Tracheotomie. Kunstmatige ademhaling.

Huidsnede van uit den oksel tot midden sternum in de richting der

vezels van den Musc. pectoralis maior. Resectie van de 2e en 3e rib. Het pericardium geopend en met een paar hechtingen vastgehecht. Het hart ligt voortreffelijk en pulseert regelmatig.

Ontsteking van den R. descendens met zilverdraad, gevoerd in de, aan de punt geoogde, naald. Bloeding uit de steekwonde. Zij wordt gestuit door aan den draad te trekken, waarbij het hart eenigszins wordt opgelicht. 1½ min. na de ontsteking plotselinge stilstand van het hart zonder prodromen. De polscurve vertoont eensklaps een 10-tal zeer vlakke verheffingen, daarna is het hart volkomen stil, Het hervat wederom zijne bewegingen, toen ⅓ min. later de zilverdraad wordt losgelaten. De bloeding uit de steekwonde is intusschen in zooverre verminderd, dat zij in de eerste minuten geen gevaar voor verbloeding aanbiedt. De bewegingen van het hart zijn eerst onregelmatig en oppervlakkig. Zij geven zich in den beginne niet met eigen frequentie in de curve weer: slechts om de 2 à 3 hartslagen verschijnt één verheffing van de bloedsdruk. (Het instrument is anders gevoelig genoeg; bij het begin van de proef gaf het nu en dan de dicrotische golf zeer duidelijk).

Later weer geheel regelmatig en vrij krachtig maar voortdurend in frequentie afnemend; 1½ min. na de hervatting van de motus cordis was het tempo 17 in 5 sec., 2 min. 11 in 5 sec., 2½ min. 9 in 5 sec., 3 min. 3 in 5 sec.

Vermoedelijk werd deze snelle daling der frequentie door het aanhoudende bloedverlies uit de steekwond veroorzaakt.

Nadat nog eenige andere observaties hebben plaats gehad en het dier gedood is, vinden wij bij nader onderzoek den R. descendens dicht bij zijn oorsprong door den zilverdraad omvat. Ook de Bulbus pulmonalis is daarbij aangestoken. Een paar min. verder treedt de draad weer uit, zooals men aan de geopende arterie zien kan. De bloeding had dus direct uit den Bulbus plaats.

(26 Febr. 1883).

N°. 2.

Konijn, gedurende 2 dagen met eene artificieele ontsteking aan een der achterpooten. Tracheotomie en wegneming van een venster uit den thorax zonder bloeding. Pericardium geopend en aan de randen der opening vastgehecht.

Auricula sinistra met een stomp pincet gevat. Door middel van eene aan de punt geoogde naald wordt een zilverdraad onder de A. cor. sin. doorgevoerd en daarna met een pincet gegrepen en verder doorgehaald. Daarbij wordt de omgeving door de omstekingsnaald sterk gekwetst, daar het vatten van den draad een paar maal mislukte en eenigszins ruw geschiedde. Onmiddellijk na de manupulatie staat het hart plotse-

ling stil en verschijnen in de diastolische kamers levendige wormbewegingen. Het instrument en de draad worden onmiddelijk verwijderd. Het hart herstelt zich na ½ min., d. w. z. begint langzaam en zwak te pulseeren.

Vervolgens wordt met ditzelfde hart nog een proef verricht, waaromtrent wij naar eene andere plaats verwijzen.

Conclusie. Dit experiment toont aan, dat sterke kwetsing van de Regio atrioventricularis links naast de Bulbus pulmonalis op zich zelf zonder meer, onmiddelijken hartsstilstand ten gevolge kan hebben.

Een analogon van deze proef vindt men in B. N°. 2.

(26 Febr. 1882.)

N°. 3.

Gezond konijn. Tracheotomie. Groote sphygmoscoop in carotis sin. bevestigd. Daar dit instrument lek blijkt te zijn door een kleiner vervangen. Door dit ongeval verliest het dier eene tamelijke hoeveelheid bloed.

Bij het openen van den thorax op de gewone wijze heeft een weinig bloeding uit eene der Aa. mammariae int. plaats, die echter spoedig bedwongen wordt. Het pericardium wordt aan de randen der thoraxwond vastgehecht. Het hart klopt zwak en niet zeer regelmatig.

Met een Pravaz's spuitje wordt in de nabijheid van de punt 1 à 2 druppels acid. aceticum in het spiervleesch gebracht. Pulsaties worden voorbijgaand sneller en krachtiger.

Bij nadering met eenen rood-gloeienden thermocautère van Paquelin worden de contracties eveneens zeer duidelijk sneller en krachtiger. De proef wordt eenige malen herhaald.

Dan wordt in het midden der voorvlakte eene brandwond gemaakt, zonder dat daardoor de contracties eenige verandering ondergaan. Ook oppervlakkig schroeien van de basis ter linker- en ter rechterzijde van den Bulbus blijft zonder gevolg.

Na al deze mishandelingen wordt de hartslag ten slotte onregelmatig en zeer langzaam. (10 April 1883.)

N°. 4.

Gezond konijn. Tracheotomie. Schuine huidsnede. Resectie van 2e en 3e rib. Vrij rijkelijke bloeding uit A. mamm. int. sin., die echter spoedig gestelpt wordt. Pericardium geopend en aan de randen van het venster vastgehecht. Het hart pulseert zwak, maar regelmatig.

Met cautère Paquelin wordt de voorvlakte vrij diep ingebrand, zonder ander succes dan een sneller tempo der contracties (verwarming).

Cautère Paquelin daarop naast den Bulbus opgezet; het weefsel boven den R. descendens a. cor. sin. wordt zeer oppervlakkig geschroeid,

plotseling treden woelbewegingen op, vervangen de pulsaties. Om het hart, dat nog altijd levendige woelbewegingen vertoont, beter te kunnen observeeren, wordt thorax en abdomen ruimer gopend. Bij het klieven van den schoudergordel ontstaat bloeding uit een der groote arteriestammen, die het dier verbloedingskrampen doet krijgen. Middelerwijl, d. w. z. na 1 à 2 min., zijn de pulsaties weer begonnen, regelmatig, krachtig, met vrij groote pauzen. Spoedig staat het hart evenwel in diastole stil. Aanraking verwekt één pulsatie. Nadat dit een paar maal geconstateerd is, ontstaat er een reeks spontane pulsaties, regelmatig in vrij snel tempo.

Nogmaals wordt oppervlakkig geschroeid over de geheele voorvlakte en de streek der Vasa coronaria, zonder ander gevolg dan zeer duidelijk versnelling van het tempo en van de contracties elk voor zich. Eindelijk, onder het schroeien, plotselinge stilstand, terwijl het hart nog zwak, onregelmatig, maar toch duidelijk klopte, zoowel rechts als links. Geene woelbewegingen. Na één à twee min. nog nu en dan eene contractie. (11 April 1883).

N°. 5.

Krachtig konijn, geen curare. Tracheotomie zonder bloeding. Kunstmatige ademhaling. De thorax wordt op de gewone wijze geopend, zonder noemenswaardige bloeding. Het pericardium in de mediaanlijn geopend en aan de randen der thoraxwonde vastgehecht. Het hart wordt hier met warme olie overgoten. De opening van den thorax had te $10\frac{1}{4}$ uur plaats. Het hart klopte op de gewone wijze met onvolledige systolen. Het sternum werd teruggeklept, op die wijze de thorax gesloten en met een nat sponsje bedekt. Nu en dan observeerden wij het hart. Te $2\frac{1}{4}$ ure begon het een veel langzamer tempo aan te nemen, hoewel het zeer regelmatig werkte. Te 3 ure stond het volkomen stil. Middelwijl was de kachel in het locaal uitgegaan. Het dier was volstrekt niet gedekt geweest. De kunstmatige ademhaling was regelmatig onderhouden. (18 Januari 1883.)

BIJLAGE III.

Proeven op honden.

A. Omstekingen.

N°. 1.

Kleine jonge hond, levenslustig en goed gevoed. Een half spuitje curare, chloroform. Carotis blootgelegd Tracheotomie zonder bloeding. Kunstmatige ademhaling. Eenige bloeding bij het klieven der weeke deelen op het sternum. Het sternum in de mediaanlijn doorgezaagd. Pericardium geopend en vastgehecht aan de randen der thoraxwond.

Het hart klopt zwak en niet regelmatig, wat tempo betreft. Het ontledigt zich tijdens systole zeer onvolkomen; de carotis is bijkans geheel samengevallen; geen spoor van pols in het vat; in de curven registreeren zich alleen de kunstmatige ademhalingen.

2. u. 2 min. Het hart wordt met lauwwarme olie overgoten en van het oogenblik gebruik gemaakt om aan dit nagenoeg stilstaande hart den R. descendens te omsteken. Dit heeft plaats ongeveer 1 Ctm. boven de zoogenaamde Theilung van Cohnheim en von Schulthess Rechberg. De lis wordt onmiddelijk dichtgesnoerd. Na eene momentaneele verlangzaming klopt het hart op dezelfde wijze zwakjes voort. Het vaatgebied der afgesloten arterie wordt niet bleeker; de slagaartjes aan weerszijden door venae vergezeld blijven gevuld en helderrood van kleur.

Langzamerhand worden de contractiën krachtiger. Te 2 u. 30 heeft het dier zich in zooverre hersteld, dat het zelf respiraties tracht te maken, zoo men de insufflatie een oogenblik staakt. De corneareflex blijft evenwel opgeheven. De carotis is nu weer flink gevuld. 51 pulsatiën in $\frac{1}{2}$ minuut.

2 u. 46 min. Een 2e omsteking van den R. descendens a. cor.

sin., 9 min. onder de eerste. Na een oogenblik verlangzamen klopt het hart in hetzelfde tempo en met dezelfde kracht voort. Het vaatgebied, dat door den R. descendens wordt verzorgd, verbleekt evenmin als vroeger de arteriën blijven gevuld en helderrood.

Van tijd tot tijd wordt het hart met lauwwarme olie overgoten: 3 u. 7 min.

3 u. 14	"	26	puls.	in ¼	sec.
3 u. 16	"	27	"	"	"
3 u. 25	"	27	"	"	"
3 u. 35	"	25	"	"	"
3 u. 47	"	24	"	"	"
4 u. 1	"	21	"	"	"
4 u. 15	"	19	"	"	"
4 u. 20	"	18	"	"	"
4 u. 28	"	13	"	"	"

Te 4.17 wordt de plaats der tweede omsteking door middel van de draden sterk getorqueerd.

Te 4.45 wordt de ademhaling gestaakt en het dier aan den stikkingsdood prijs gegeven.

24 uur post mortem injicieerde ik van de Aorta uit. Bij het uitspoelen met water wordt het gebied van den R. descendens later van bloed ontdaan dan het overige hart. Bij opspuiten met Berlijnsch blauw en glycerine blijft het vat eerst ongevuld, vult zich later in de richting van punt naar basis. Van uit den afgebonden hoofdstam dringt de massa in de neventakjes. Aan het volkomen geinjicieerde praeparaat ziet men talrijke anastomosen zoowel tusschen de takken van de A. cor. sin. onderling als tusschen deze en die der A. cor. dextra (eindtak in den sulcus longitudinalis post. verloopend). (17 Jan. 1883).

N°. 2.

Vrij groote hond, morphine, curare, veel chloroform. Carotis blootgelegd en tracheotomie zonder bloeding. De registratie van den carotispols gelukt zeer goed. Eene bloeding bij het doorsnijden van de bedekkende deelen tot op het been. Kunstmatige ademhaling. Het sternum wordt in de mediaanlijn doorgezaagd, het pericardium geopend en aan de randen der thoraxwond vastgehecht. Tegenover de gapende en met stompe haken uiteengetrokken sternumspleet ligt het middelste gedeelte van de voorvlakte van het hart. De auricula sin. kan men ter nauwernood te zien krijgen, iets beter de auricula dextra.

Het hart klopt regelmatig maar zeer zwak, de rechter ventrikel is aanzienlijk verwijd. Cornearreflex aanwezig, maar langzaam. Nu en dan maakt de hond willekeurige bewegingen. Het diaphragma volgt rustig de kunstmatige ademhaling. Het hart wordt met warme olie

overgoten, waardoor de contracties tijdelijk iets sneller, maar niet krachtiger worden.

Omsteking van den R. descendens A. cor. sin. zoo hoog mogelijk, altijd evenwel nog 2 ctm. onder zijn oorsprong. Toesnoering, voorloopig geen verandering in het tempo, rhythmus of intensiteit van den hartslag. Ook geen verbleeking van het hart. Na 3 à 4 min. staat het hart plotseling stil. Noch linker, noch rechter ventrikel pulseeren; undulaties worden, in snelle opeenvolging en tot een zeer klein gebied beperkt, in den wand der rechter kamer waargenomen, dicht bij het septum. Deze undulaties sterven langzamerhand uit. Dan vertoonen de kamers niet de minste contractie, alleen ontwaart men in de rechter kamer periodieke schokjes, die bij onderzoek uit den boezem blijken afkomstig te zijn. De rechter ventrikel was reeds voor de omsteking gedilateerd, nu is dat ook met den linker het geval, doch volstrekt niet ad maximum. De rechter boezem pulseert regelmatig, de linker voert kleine, schoksgewijze contracties uit, nu en dan een poosje uitblijvend, soms in sneller, soms in langzamer tempo elkaar opvolgend; niet synchronisch dus. Hoe de boezems zich verhielden op het oogenblik dat de kamerstilstand inviel, kan ik niet meedeelen.

In het dier hebben intusschen agonale krampen ontbroken.

Wij appliceerden de electroden van een Faradischen stroom op de voorvlakte van het hart en vonden eene zeer geringe prikkelbaarheid van de spier, van een pulsatie als antwoord op dien prikkel geen spoor. Nadat het hart is uitgesneden, blijkt ook de achtervlakte onprikkelbaar. Het hart contraheert zich evenmin bij indompelen in koud water, noch bij aanraking.

Injectie 22 uur post mortem (nadat rigor mortis is opgeheven) langs eene canule, van uit de aorta in den R. descendens geschoven. De uitspoeling van het eindgebied van den R. descendens heeft later plaats dan de omgeving, die door hoogerop afgaande zijtakken van dien stam wordt gevoed. Er blijkt na vulling met Berlijnsch blauw eene anastomose te bestaan tusschen een hooger ontspringenden tak en den hoofdzijtak van den R. descendens. De eerste was gedurende de proef voor bloed toegankelijk, de tweede niet. De bloedeloosheid was dus zeer onvolledig. (26 Jan. 1883).

No. 3.

Krachtige hond, weinig morphine. Te $10\frac{1}{4}$ ure tracheotomie; daar de proef eenigen tijd gestaakt moet worden, beschutten wij het dier door omwikkeling met doeken en verwarming van het locaal zooveel mogelijk tegen afkoeling.

Te 12 ure opening van den thorax op de gewone wijze, onder

chloroform Weinig bloeding. Aan de kunstmatige ademhaling wordt door het slechts half verdoofde dier lang weerstand geboden; het stoot onophoudelijk. Door meer chloroform toe te dienen wordt het dier iets rustiger, zoodat de operatie kan worden voortgezet. Het pericardium wordt aan de randen der borst-apertuur vastgehecht.

Het hart pulseert zeer zwak, carotis weinig gevuld.

Te 1½ ure ± 700 mgr. aether subcutaan geinjicieerd; het hart wordt herhaaldelijk met warme olie overgoten. Langzamerhand winnen de pulsaties in kracht, de carotis vult zich meer, de polsen registreeren zich beter. 58 pulsaties in een ½ min.

1 u. 50 min. Omsteking van den R. descendens a. cor. sin. een paar ctm. onder zijnen oorsprong. Onmiddellijk daarna toegesnoerd.

1 u. 52 min. frequentie der hartslagen bedraagt 76 in ¼ min.

1 u. 55 min. hond geraakt in sidderende beweging.

2 u. 5 min. plotselinge stilstand der kamers in diastole, terwijl het dier algemeene krampen vertoont. Zeer snelle, beperkte woelbewegingen in den wand der rechter kamer, daar waar hij in het septum overgaat, volkomen van denzelfden aard en intensiteit als in de vorige proef. — Overgieting met warme olie veroorzaakt geen verandering.

De boezems contraheeren zich isochroon: rechter krachtig, linker zeer flaauw; frequentie is nu eens sneller (b. v. 51 in ¼ min.), dan langzamer.

2 u. 13 min. Carotis samengevallen (vermoedelijk was dit reeds vroeger het geval). De linker ventrikel een weinig uitgezet, volstrekt niet ad maximum; rechter ventrikel van den beginne af aan gedilateerd. Boezems weinig volumineus.

Injectie (door in den R. descend. ingeschoven canule):

Met water: uitspoeling van het afgesloten vaatgebied later dan van den wand van den rechter ventrikel.

Met Berlijnsch blaauw: binnendringen van injectiemassa in omgekeerde richting door anastomosen. Door dergelijke arteriolae vult zich ook het vaatgebied van den R. circumfl. en ten slotte, maar veel later, dat van de A. cor dextra. (27 Jan. 1883.)

N°. 4.

Krachtige hond van middelmatige grootte. 15 mgr. morphine. 1½ spuitje curare, geen cloroform.

Tracheotomie en carotis-operatie zonder bloeding. Huidsnede van oksel schuins naar het midden van het sternum, in de vezelrichting der borstspieren. Tot op de borstkas doorgedrongen zonder noemenswaardige bloeding. Ribben gereseceerd. M. hyposternalis en vetweefsel van mediastinum anterius op zijde geschoven; slechts een paar hechtingen in het pericardium en die zoo weinig aangehaald,

dat er van dislocatie van het hart geen sprake is. Het hart klopt vrij krachtig en regelmatig 64 puls in ½ min.

De hond wordt in zijligging gebracht, de R. descend. zoo hoog mogelijk omstoken. Eenig oponthoud bij het vatten en doorhalen van den draad. Daarna het dier weer in rugligging; de regio coronaria wordt door middel van den draad gefixeerd en onder het op zijde trekken van het linker hartoor de R. circumflexus omstoken.

Het hart klopt nog steeds 84 in ½ minuut (te 4 ure 27 min). De R. descendens wordt toegesnoerd; daarbij breekt de draad en moet nogmaals worden omstoken. Ditmaal heeft de toesnoering met beter gevolg plaats (4. u. 30). Daarna ook de R. circumflexus afgebonden (4 u. 31). Op het oogenblik van toesnoering wordt het hart bleeker om terstond weer de gewone kleur aan te nemen; de arteries zijn samengevallen. Kort daarop, nadat nog slechts weinige hartslagen gevolgd waren, stonden beide kamers stil, binnen één minuut na de laatste afbinding.

De rechter boezem pulseert regelmatig, de linker eerst absoluut stil, maakt later eenige bijna onmerkbaar, schoksgewijze contracties.

Krampen hadden niet plaats.

Injectie. (Canule in Aorta ascendens).

Met water: alleen het vaatgebied der A. cor. dextra wordt van bloed ontdaan,

Met Berlijnsch blauw: de vertakkingen der A. cor. dextra worden opgespoten en gedeeltelijk ook hare capillaria, zoodat het vaatgebied eene bleeke blauw-groene kleur aanneemt; bij pogingen tot vollediger vulling der capillaria, dus lang nadat de arterieel stammen gevuld zijn, dringt de injectiemassa ook in de vertakkingen der A. cor sin., hoe, kon niet worden uitgemaakt.

(9 Febr. 1883).

N°. 5.

Groote, jonge hond, 25 mgr. morphine, 2 spuitjes curare. Tracheotomie en inbrenging van den sphygmoscoop zonder bloeding.

Huidsnede schuinsch van oksel naar midden sternum. Klieving van de borstspier tot op de fascia thoracica zonder noemenswaardige bloeding. Resectie van 3e en 4e rib; een oogenblik dreigende veneuse bloeding, staat van zelf na de ruimere opening van den thorax. Middelerwijl kunstmatige ademhaling.

Het pericardium in de mediaanlijn geopend en van een paar draden voorzien. Bij elke aanraking of rekking van het pericardium parietale wordt het dier onrustig. De hond wordt in zijligging gebracht; daarbij schiet de tracheaalcanule uit de trachea en is het dier stikking nabij, het herstelt zich echter spoedig.

Terwijl het linker hartoor met een pincet naar links wordt ge-

trokken, de R. descendens A. cor. sin. hoog omstoken; onder fixatie van de streek door middel van dezen draad, ook de R. circumflexus.

De hond wordt wederom in rugligging gebracht; het hart pulseert rustig 110 puls in ½ min.

Draad om den R. descendens toegesnoerd. Het hart klopt rustig door, de ventrikels dilateeren zich een weinig, 1½ min. later wordt ook de R. circumflexus afgebonden. Nog 2 à 3 pulsaties wellicht en plotseling staan beide kamers stil; zij verwijden zich zeer sterk. De carotis is samengevallen. De linker auricula staat geheel stil, de rechter maakt hoogst geringe samentrekkingen. Een paar minuten later worden deze krachtiger. Dan contraheert zich ook het linker hartoor, maar uiterst zwak.

10 min. na de toesnoering zijn beide ventrikels volkomen ongevoeling voor den Faradischen stroom. Het rechter hartoor dat tamelijk krachtig en regelmatig pulseert, geraakt in zeer snelle undulatiën, peristaltisch van de voorste punt naar achter verloopend en zich daar in den boezem verliezend. Nadat de electroden zijn weggenomen, verschijnen weer de gewone pulsaties, maar nu in veel sneller opeenvolging. Na een 10-tal kloppingen keert het gewone tempo terug. De sinus atrii onprikkelbaar (voor den Farad. stroom). Het linkerhartoor, dat zeer zwakke, maar regelmatig opeenvolgende contracties uitvoert, maakt bij opzetten der electroden dezelfde peristaltiek als straks het rechter hartoor, maar nog sneller en minder intensief. Ook hier een sneller tempo der spontane contracties na het wegnemen der electroden.

Na eenige minuten zijn in het linker hartoor spontane peristaltische bewegingen zichtbaar, die meestal van de bovenzijde uit boogvormig om de punt naar den sinus atrii verloopen en zich daar verliezen; nu en dan ook in omgekeerde richting. Zij zijn krachtiger dan die vroeger door den inductiestroom werden opgewekt en veel langzamer. Prikkeling met den inductiestroom doet haar uitblijven. Door applicatie van electroden op de grens van auriculo en sinus atrii heeft men het in zijn macht haar in omgekeerde richting, d. w. z. van sinus naar apex auriculae te doen verloopen. Zij beginnen m. a. w. zoo ver mogelijk van de electroden en houden in de nabijheid van deze op, alsof zij eenen bedwingenden invloed uitoefenden.

In het linker hartoor gelukt het op dit tijdstip nog om door den Faradischen stroom eene snelle, zwakke peristaltiek op te wekken, spontaan worden daar echter noch contracties, noch wormbewegingen gezien.

Injectie. (een uur later, het hart was duidelijk kleiner, dan onmiddelijk na de afsnoering). Het gebied der A. cor. sin. vult zich aanvankelijk niet met Berlijnsch blauw; later, nadat de

capillairen der A. cor. dextra grootendeels met bloed gevuld zijn, worden de hoofdvaten opgespoten, om het kleurverschil tusschen het groenblauwe toegankelijk, en het ongekleurd gebleevene, afgeslotene gedeelte van den wand niet verloren te doen gaan wordt de injectie gestaakt.

N°. 6.

Krachtige hond van gemiddelde grootte, 30 mgr. morphine. Tracheotomie en vagotomie en klieving der weeke deelen in de mediaanlijn bijkans zonder bloeding.

Kunstmatige ademhaling. Sternum in mediaanlijn doorgezaagd, in dezelfde richting het pericardiaalzakje opengeknipt, niet aan de randen der thoraxwond vastgehecht. Zoodra de lucht in de borstholte dringt begint het dier heftige, stootsgewijze exspiraties te maken. Door ruime inblazing van met chloroform vermengde lucht wordt het dier spoedig rustig. Omsteking, eerst van den R. descendens A. cor. sin., daarna van de A. cor. dextra. Gedurende deze omstekingen wordt de ademhaling een oogenblik gestaakt. Te 4 u. 47 worden beide lissen toegesnoerd. De voorvlakte van den linker ventrikel neemt eene bleeke tint aan, die van den rechter in vee mindere mate. Alleen de venae, die den R. descend. vergezellen, zwellen op. Daar wij twijfelden of de sluiting der A. cor. dextra wel bereikt was, wordt te 4 u. 54 de A. cor. dextra nogmaals omstoken en gesnoerd. Inmiddels heeft de linker kamer eene blauwachtige kleur aangenomen. De rechter ventrikel wordt daarna ook duidelijk bleek (4 u. 57), later blauwachtig, nog later weer bleeker.

Het hart klopt rustig door, krachtig, isochroon. Geen van beide hartshelften zwellen aan. Het tempo is echter eenigszins langzamer dan voor de omsteking.

4 u. 58. Terwijl het tempo hetzelfde blijft, neemt de rechter ventrikel een eenigszins grooteren omvang aan; de linker deelt daarin niet. Beide kloppen krachtig en rustig ± 100 maal per minuut.

5 uur. Kleur van beide helften dezelfde, bleek.

5 u. 4. Zeer snelle polsslagen in carotis.

5 u. 7. Stilstand van beide kamers, plotseling en gelijktijdig. De boezems kloppen door.

5 u. 8. Woelbewegingen in den wand der kamers, slechts voorbijgaande. Rechter ventrikel wel, linker niet gezwollen.

5 u. 9. Rechter kamer zwelt nog meer. Respiratorische krampen.

5 u. 11. Bij aanraking houden de boezempulsaties een oogenblik op.

5 u. 13. Fijne undulaties in den Conus pulmonalis, de linker kamer is volkomen rustig; boezems kloppen door.

5 u. 15 min. Linker boezem klopt zeer snel, in rechter boezem verschijnen in plaats van massale contracties undulaties.

5 u. 15½ min. De undulaties vertoonen zich ook in linker boezem.

5 u. 15¾ min. Wederom herstellen zich de pulsaties in beide atria, maar met langzaam tempo.

Injectie. Kort daarop spoten wij van uit de Aorta ascendens, eerst water en later Berlijnsch blauw in. De A. cor. dextra en de R. descendens a. cor. sin. blijken gesloten te zijn. Het blauwgekleurde gedeelte van den hartwand omvat ook het septum.

De operatie begon te 3¼ u. en eindigde te 5 u. De luchttemperatuur was dien dag vrij hoog, de ramen van het vertrek geopend. Behalve het langdurig voortkloppen der kamers is in deze proef de weinige levendigheid der undulaties, na het ophouden der pulsatiën, merkwaardig. (18 Sept. 1883).

B. Dichtknellen der A. coronaria.

Kleine hond, 7 mgr. murias morphine. Tracheotomie zonder bloeding. Bij het verbinden van den grooten sphygmoscoop aan de carotis verliest het dier eenig bloed. V-vormige huidsnede. Mm. pectorales in schuinsche richting gekliefd. Stolling in den grooten sphygmoscoop; wordt verwijderd; door het losschieten van de klem op het centrale stuk der carotis, enorme bloeding; snel gestuit en de kleine sphygmoscoop (d. w. z. van de afmetingen, die in den text zijn opgegeven) ingebonden. Pols is meer frequent dan voor de bloeding.

De thorax wordt geopend; de bloedsdruk daalt zeer aanzienlijk; het hart pulseert langzaam, maar regelmatig. Pericardium geopend en aan de randen der thoraxwond bevestigd. Subcutane Aetherinjectie.

In de nabijheid van de hartpunt, links naast den R. descendens a. cor. sin., tusschen twee vedervertakkingen, een stukje pericardium weggeknipt, over een oppervlakte van 4 à 5 □ mm. Toen wij op deze wonde plek een druppel azijnzuur brachten, noch vermeerdering, noch vermindering van de hartswerking. Hetzelfde boven den oorsprong van den R. descendens herhaald, eveneens zonder verandering in den hartslag; wanneer daar echter met een pincet aan een vetkwabje getrokken wordt blijven 1 of 2 slagen uit.

Terwijl de Bulbus pulm. op zijde wordt geschoven en het hartoor met een pincet wordt aangevat, klemden wij een schuifpincet in den hartwand, zóó, dat de Truncus a. cor sin. wordt gevat. Oogenblikkelijk verbleekt dan ook de kleur van het linker hart tot eene licht bruin-geele tint, waaruit de roode nuance is verdwenen. Het

rood keert echter na eenige min in geringe mate terug. Na de afklemming verandert de frequentie niet merkbaar. Na een tijdsverloop van ongeveer 4 min. wordt het tempo echter plotseling verlangzaamd en staat de kamer een oogenblik later volkomen stil, voor de boezems geldt vermoedelijk hetzelfde, ofschoon onze aandacht daarop niet in het bijzonder gevestigd was. Eenige seconden verliepen, waarin alles in absolute rust verkeerde; toen vertoonden zich undulaties, in rechter kamer zeer duidelijk, links van geringe intensiteit. Zij verschaften den indruk van peristaltische golven, van de basis naar de punt gericht.

Na 1 of 2 min. worden de undulaties vervangen door regelmatige, maar zwakke systolen. De twee kamers en de rechter boezem pulseeren isochroon, de linker boezem neemt aan de pulsaties echter geen deel. Het tempo is ongeveer gelijk aan het oorspronkelijk tempo.

Na nogmaals 1 of 2 min. komt de geheele linker hartshelft tot rust. Tegelijkertijd bestaan rechts undulaties, die weldra plaats maken voor contracties van een eigenaardigen rhythmus. Op elke systole der rechter boezem (die het bovenste gedeelte der rechter kamer zichtbaar tot uitzetting brengt), volgt terstond eene systole van de rechter kamer. Dit duurt geruimen tijd en bestaat nog terwijl de pulsaties al zwakker en zwakker, bijkans onmerkbaar zijn geworden. Terwijl deze alternatie van boezem- en kamersystolen plaats heeft, gelukt het, om door wrijven op de voorvlakte van den stilstaanden, linker ventrikel de systole der rechter hartshelft een oogenblik te doen uitblijven; er ontstaan door dien prikkel echter geen undulaties. Wel worden de alterneerende boezem- en kamercontracties nu en dan spontaan door woelbewegingen vervangen.

Injectie met water van de Aorta descendens uit, vult de A. cor. dextra. De A. cor. sin. is gesloten. Zoodra dringt het water niet in de A. cor. dextra of de rechter ventrikel voert eene korte reeks regelmatige contracties uit, terwijl de linker ventrikel blijft stilstaan, ook nadat door forceeren van de valv. semilunares het water in de kamerholte gedrongen is. (20 April 1883).

C. Verschillende proeven.

N°. 1.

Krachtige hond. Geen curare, murias morphini, een weinig chloroform gedurende het doorzagen van het stermin en daarna.

Tracheotomie en praepareeren van carotis zonder bloeding, 45 polsslagen in ½ min.

Mediane huidsnede, doorzagen van het sternum. Gedurende het zagen sisteert het dier plotseling de ademhaling en wordt de pols filiform. Door krachtige kunstmatige ademhaling herstelt het dier.

Het pericardium wordt geopend en van draden voorzien. Trekt men aan de draden, dan disloceert men het hart, zonder gevolgen bij direct toezien of op de curve.

De werking van het hart is met dit al niet zeer krachtig. Omsteking en snoering van een gedeelte der linker auricula. In het eerste half uur geen gevolgen. Een oogenblik voor deze knelling van een stuk der boezem 60 puls in ½ min., daarna 95 puls in ½ sec.

(31 Jan. 1883.)

N°. 2.

Krachtige hond van middelmatige grootte. Curare, chloroform. Tracheotomie zonder bloeding. Kunstmatige ademhaling. Blootlegging van den thorax, waarbij eenige bloeding. Resectie van 2e—5e rib, links naast het sternum, en van een gedeelte sternum. Het pericardium wordt geopend en aan de randen der thoraxwonde gehecht.

Het pericardium viscerale wordt boven den oorsprong der A. cor. sin. met twee pincetten verscheurd en de Arterie in het vetweefsel opgespoord. Een streng, die voor den R. descendens a. cor. sin. gehouden wordt, met een stomp stilet onderschept en afgebonden.

Gedurende deze operatie werd de hartslag onregelmatig; er hadden intermissies plaats; op het oogenblik van afsnoeren stond het stil.

(12 Jan. 1883.)

N°. 3.

Kleine, jonge, goed gevoede hond. 25 mgr. Murias morphini, geen chloroform. De huidsnede wordt onder een aetherregen gemaakt. De tracheotomie en het inbinden der canule verwekt een reeks hoeststooten; sedert blijft het dier voortdurend eenigszins onrustig. Het sternum wordt in de mediaanlijn doorgezaagd, terwijl nog eene geringe hoeveelheid chloroform met de ademhalingslucht wordt ingeblazen.

De hartswerking is vrij voldoende, het pericardium wordt geopend. De punt van het hart met een scherp haakje aangevat en snel met een scherpe schaar de aorta dicht bij hare basis afgeknipt. Er heeft eene zeer snelle verbloeding plaats.

3 u. 30½ min. (oogenblik van klieving der aorta). Kunstmatige ademhaling gestaakt. De R. descendens wordt op een paar plaatsen aangesneden: er vloeit geen bloed meer uit.

De ventrikels contraheeren zich regelmatig, onderling isochroon. Allengs neemt de frequentie echter af en worden de contracties langzaam en geleidelijk zwakker.

De boezems, door wegsponsen van het bloed zichtbaar gemaakt, staan eerst stil, beginnen na een paar min. flauw te kloppen.

De ventrikelcontracties worden ten slotte beiderzijds onregelmatig, in dien zin, dat zij wel onderling isochroon blijven, maar met de boezemsystolen geen regelmatigen rythmus meer vormen. Nu en dan blijft er eene contractie uit, d. w. z. heeft er tusschen twee reeksen contracties eene kleine pauze plaats.

3 u. 36½ min. Stilstand van den linker ventrikel, rechter ventrikel pulseert al zwakker en zwakker (onvolkomen).

3 u. 45 min. Stilstand van den rechter ventrikel.

3 u. 48½ min. Prikkeling van den Vago-sympathicus veroorzaakt nog eene geringe vertraging in het tempo der boezemcontracties.

3 u. 51½ min. Prikkeling van den Vago-sympathicus blijft zonder gevolg.

Injectie van water in de V. cava sup.: onmiddellijk begint de rechter boezem, hoewel flauw, te pulseeren. Ook de kamer volgt spoedig in vrij snel tempo. Deze pulsaties zijn echter van korten duur.

3 u. 59 min. Elke stoot met den zuiger veroorzaakt één contractie in den rechter ventrikel, nadat eene latente periode van ongeveer 4 sec. vooraf is gegaan. De rechter boezem deelt niet in deze pulsatie, evenmin de linker ventrikel.

(20 Juli 1883).

BIJLAGE IV.

N°. 1.

Kater in diepe chloroformnarkose opgebonden. Tracheotomie, kunstmatige ademhaling. Sphygmoscoop met de carotis in verbinding gebracht; de vagi en sympathici niet doorgesneden. Voordat de thorax geopend werd, nog 10 mgr. murras morphini, in water opgelost, onder de huid gespoten.

De thorax werd blootgelegd door V-vormige huidsnede en driehoekige huid- en spierlap. Resectie van de 2e, 3e en 4e rib, links. Het pericardium overlangs geopend en aan de randen van het venster in den thorax vastgehecht. Het hart klopt regelmatig en krachtig, de atrioventriculairgrens presenteert zich juist midden in de gemaakte opening. 16 à 17 Pulsaties in 5 sec. Bij elke aanraking laat de eerstkomende systole een oogenblik op zich wachten; de pauze is ongeveer gelijk aan eene normale periode (systole + diastole).

Na een paar minuten de A. cor. dextra onmiddelijk bij haar oorsprong omstoken. Afgescheiden van eene momentaneele verlangzaming oefent dit geen invloed op de regelmatigheid en de intensiteit der samentrekkingen uit, 10 sec. na de omsteking klopt het hart volkomen regelmatig 17 maal in de 5 sec. Zoo blijft het een paar minuten. Toen bovendien de R. descendens A. cor. sin. omstoken, hetgeen al even weinig verandering teweeg brengt. Het tempo is nog steeds 16 à 17 in 5 sec.

Ter meerdere zekerheid werd eenige minuten na de eerste afbinding van de A. cor. dextra nog eene ligatuur om het vat gelegd, iets lager dan de eerste. Hetzelfde werd later ook voor den R. descendens A. coronariae sin. verricht. Desniettegenstaande veranderde de functie van het hart bijkans niet. Na 20 à 25 min. echter daalt de frequentie eenigszins en wordt ook onregelmatig in dien zin, dat perioden, waarin het tempo 16 puls. per 5 sec. bedroeg, afwisselen met perioden van 14 puls. in denzelfden tijd. Ook de amplitudo der polsverheffing neemt langzamerhand af. Ongeveer 40 min. na de eerste

omsteking bedroeg de frequentie 11 puls. in 5 sec. Op dat oogenblik is het dier nog in leven en zelfs eenigermate uit de chloroformnarkose ontwaakt. Het beweegt de staart en reageert op pijngewaarwordingen. Bijna een half uur later, dus ongeveer een uur na de eerste onderbinding, verflauwen de hartspulsaties geleidelijk en maken ten slotte plaats voor woelbewegingen.

Onmiddelijk na afloop van de proef worden de Aa. coronariae op de gewone wijze met Berlijnsch blauw opgespoten en blijkt daarbij, dat zoowel de A. cor. dextra als de R. descendens gesloten is geweest en dat wel door de hoogst gelegene, d. i. door de eerste ligatuur. Bovendien bestaan er geen anastomosen. (3 April 1883).

N°. 2.

Eene kat in diepe chloroformnarkose opgebonden. Het dier ademt rustig, de cornéareflex is behouden. Tracheotomie. Kunstmatige ademhaling. De Nn. vagi, sympathici en depressores doorsneden. Alleen de linker thoraxhelft wordt blootgelegd, de thorax geopend door resectie van de 4e, 5e en 6e rib. Pericardium geopend en van een paar draden voorzien, die nu en dan gespannen kunnen worden. Zij worden echter niet aan den thorax bevestigd.

Omsteking eerst van de A. cor. sin., daarna van de A. cor. dextra; ten 4 u. 31 min. wordt de lis om de eerste, ten 4 u. 32 min. die om de tweede toegesnoerd. Onmiddelijk valt de wand van de rechter kamer eenigszins samen, ten bewijze dat zij weinig bloed ontvangt.

4 u. 33½. Plotselinge stilstand, zoowel van kamers als van boezems. De 4 afdeelingen staakten tegelijkertijd en plotseling hare pulsaties. Er werden geen undulaties geobserveerd.

4 u. 34. De boezems hervatten hunne systolen, na eenige oogenblikken volkomen onbewegelijk te zijn geweest.

4 u. 37. Jukbewegingen. De systole van beide kamers heeft niet gelijktijdig plaats. Aanvankelijk zijn de systolen van de kamers zeer onvolkomen, langzamerhand worden zij echter duidelijker. Hare frequentie bedraagt 8 in ¼ min., terwijl de boezems in denzelfden tijd 31 contracties maken.

Na ¼ uur wordt de proef gestaakt, door met de kunstmatige ademhaling op te houden. Het dier sterft zonder krampen. De injectie met Berlijnsch blauw leert, dat het vaatgebied van A. cor. dextra, R. descendens, A. cor. sin. en R. septi volkomen is afgesloten.

N°. 3.

In text opgenomen. (15 Juni 1883.)

N°. 4.

Eene kat in chloroformnarkose opgebonden. Het dier ontwaakt en

wordt opnieuw bedwelmd. Tracheotomie, kunstmatige ademhaling. Vagi doorsneden.

Thorax door mediane klieving der weeke deelen blootgelegd, het geheele sternum verwijderd, na eerst de ribben te hebben omsnoerd en bloeding uit de Aa. mammariae int. te hebben voorkomen.

Het hartezakje geopend en aan den rand van de thoraxwond vastgehecht. De vagus wordt door een middelmatig sterken inductiestroom geprikkeld en terwijl het hart langzaam klopt, de omstekingen uitgevoerd.

4 u. 14. Toesnoering van den R. descendens A. cor. sin. Ongeveer ½ min. later verbleekt de voorvlakte van het linker hart, dat tegelijkertijd opzwelt. Het afgesloten gebied teekent zich door zijne bleeke kleur duidelijk af.

4 u. 18. Toesnoering van de A. cor. dextra. Na eenigen tijd verbleekt ook de rechter hartshelft.

4 u. 20. Beide ventrikels nemen meer en meer eene paarsche tint aan.

4 u. 22. Omsteking en toesnoering van den R. circumflexus A. coron. sin.

Het hart klopt na deze operatie regelmatig en met ongeveer dezelfde frequentie, doch minder krachtig dan in den beginne; 4 u. 24 bedraagt de frequentie 116 puls. per minuut. Do ventrikels zijn bijzonder gedilateerd.

4 u. 25. Ophouden der systolen, weinig levendige woelbewegingen in den rechter ventrikel.

Er wordt terstond overgegaan tot injectie van water in de Aorta ascendens in de richting van het hart. Oogenblikkelijk hervat de rechter ventrikel zijne pulsaties, slechts weinige slagen evenwel.

Bij de injectie met Berlijnsch blauw blijken de A. cor. dextra geheel, de R. descendens et circumflexus gedeeltelijk te zijn afgesloten; de eerste veervertakking viel van beiden voor de plaats van onderbinding.

Het hart staakte zijne pulsaties in dit geval 11 min. na de sluiting van den R. descendens, 7 min. na die van den A. cor. dextr., 3 min. na het onderbinden van den R. circumflexus.

De geheele proef had 1½ uur geduurd. (12 Sept. 1883.)

N°. 5.

Jong katje, een weinig chloroform, tracheotomie. vagotomie. Nadat kunstmatige ademhaling ingesteld is, wordt het sternum in zijn geheel weggenomen.

4 u. 20. Hartezakje geopend, en door er een paar klempincetten van Ludwig aan te hangen, open gehouden.

4 u. 24. Terwijl door vagusprikkeling het hart zeer merkbaar

wordt verlangzaamd (stilstand had daarbij niet plaats), omsteking van den R. descendens met opvolgende snoering. Geen kleursverandering aan de voorvlakte van het linker hart.

4 u. 27. Op dezelfde wijze wordt de A. cor. dextra onderbonden. Na ongeveer ½ min. ontwaart men een zeer duidelijk kleursverschil.

4 u. 32. Omsteking van den R. circumflexus A. cor. sin.

4 u. 35. Toesnoering van deze arterie.

4 u. 38. Het hart voert flauwe pulsaties uit, 6 in 5 sec. Dezelfde frequentie te 4 u. 40.

4 u. 43. Het tempo is 4 in 5 sec. De systolen worden steeds onvolkomener.

4 u. 48. Het hartezakje gevuld met olie, die te voren tot 40° C. verwarmd is. Dit doet de frequentie en de intensiteit der samentrekkingen toenemen. Het is echter een zeer voorbijgaande verbetering; weldra is het tempo weêr 3 in 5 sec. en de systole zeer onvolledig.

4 u. 57, Kunstmatige ademhaling gestaakt.

De pulsaties sterven nu langzaam, doch geleidelijk en regelmatig uit. Woelbewegingen werden niet waargenomen.

5 u. 10 min. Injectie met water in de Aorta ascendens in de richting van het hart. De rechter ventrikel begint onmiddelijk vrij krachtig te pulseeren. Daarna volgen jukbewegingen.

Injectie met Berlijnsch blauw leert, dat de R. descendens et circumflexus A. cor. sin. doorgankelijk, de A. cor. dextra afgesloten is.

(13 Sept. 1883.)

STELLINGEN.

STELLINGEN.

1.

Het ontstaan der fossa duodeno-jejunalis mag niet uitsluitend worden afgeleid uit de veranderingen, die het darmkanaal tijdens zijne embryonale ontwikkeling in ligging ondergaat.

2.

Directe mechanische prikkels kunnen een stilstaand hart tot pulseering, een pulseerend tot stilstaan brengen.

3.

De situs inversus bij den mensch is eene algemeene heterotaxie (2de orde van Is. Geoffroy St. Hilaire).

4

Koorts kenmerkt zich door een complex van verschijnselen, die hunnen oorsprong in het zenuwstelsel hebben.

5.

Onder de boosaardige gezwellen wordt het carcinoom door het epitheelkarakter zijner cellen gekenmerkt.

6.

Zeer heftige, acute ontstekingen van allerlei oorsprong kunnen in de alveolen en bronchi van de long een fibrineus exsudaat voortbrengen, naar gelang de oorzaak inwerkt, lobair of lobulair.

7.

Het ontstaan en het verloop der chronische, diffuse Nephritis kan niet begrepen worden, wanneer men zich enkel de nieren primair aangedaan denkt.

8.

Ook aan de ostia arteriosa is eene functioneele insufficientie der klepvliezen mogelijk.

9.

De platvoet, die zich in de adolescentie ontwikkelt, berust niet op een inzinken van het zoolgewelf, maar op eene valgus-positie van den voet.

10.

De lieu d'élection voor de opening van de pleuraholte bij empyeem is de voorste axillairlijn in de 5de intercostale ruimte. Aanvankelijk geschiedde de operatie zonder ribresectie.

11.

Het typische menschelijk oog is in de kindsheid hypermetroop.

12.

Bij het begin van eene langdurige operatie bedwelme

men den patiënt snel door hem lucht te doen inademen, waarin een betrekkelijk groot gehalte aan chloroform is.

13.

Het normaalrantsoen van soldaten te velde moet in gehalte aan eiwit en vet Voit's gemiddelde overtreffen.

14.

Verbloedingsdood is een mors per asphyxiam.

15.

De lijn, die H. Meijer trok tusschen den bovenrand der symphysis ossium pubis en de plaats, waar het os sacrum eene knikking vertoont, is voor normaalconjugata niet geschikt.